

Candidature au diplôme d'Habilitation à Diriger des Recherches

déposée par

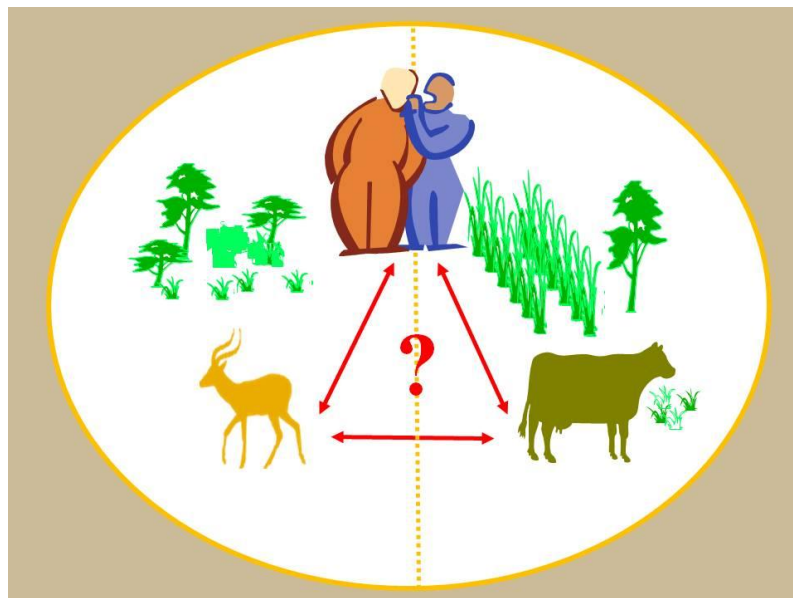
Michel de Garine-Wichatitsky

« Animal et Gestion Intégrée des risques », CIRAD, UPR 22

**<http://www.cirad.fr/nos-recherches/unites-de-recherche/animal-et-gestion-integree-des-risques>
<http://www.rp-pcp.org>**

**À l'Ecole Doctorale S.I.B.A.G.H.E.
(SYSTEMES INTEGRES EN BIOLOGIE, AGRONOMIE, GEOSCIENCES,
HYDROSCIENCES, ENVIRONNEMENT)
DE L'UNIVERSITE MONTPELLIER II**

Sur le thème « Interfaces faune-bétail dans les socio-écosystèmes de savane »



SOMMAIRE

I. CURRICULUM VITAE	1
Etat Civil & Coordonnées	1
Cursus (emplois et formations)	1
Prix scientifiques et distinctions.....	2
Résumé des activités de publication.....	2
Participation, animation, montage et coordination de projets	2
En poste à Harare (Zimbabwe) depuis janvier 2007 :	2
En poste en Nouvelle-Calédonie, janvier 2000-décembre 2006 :	4
Implication dans des projets en cours de soumission ou d'évaluation	5
Synthèse des activités d'encadrement et formation.....	5
Encadrement d'étudiants de 3 ^{ème} cycle	5
Membre de jurys de thèse et master	7
Participation à des activités d'enseignement	7
Responsabilités collectives.....	8
Expertises et évaluation.....	8
Principales expertises	8
Participation à des évaluations	9
Organisation et animation de conférences et séminaires internationaux.....	9
II. LISTE DETAILLEE DES PUBLICATIONS ET COMMUNICATIONS	10
Liste des articles publiés dans des revues à facteur d'impact ISI.....	11
Articles dans des revues à comité de lecture sans facteur d'impact ISI	13
Articles soumis ou en cours de révision	14
Ouvrages et chapitres d'ouvrages.....	15
Coéditeur d'ouvrage	15
Coauteur de chapitres d'ouvrage	15
Chapitres d'actes de colloques édités	16
Communications dans des conférences et ateliers internationaux.....	17
Communications orales	17
Communications affichées	21
III. FICHES SYNTHETIQUES DE QUELQUES ETUDIANTS AVEC LESQUELS J'AI COLLABORE.....	24
IV. PARCOURS SCIENTIFIQUE.....	31
V. QUELQUES RESULTATS DE MES RECHERCHES PASSEES ET EN COURS DE DEVELOPPEMENT	36
A. Préambule et définitions	36

B.	Introduction	38
C.	Interactions parasites-ongulés domestiques et sauvages	41
	Introduction	41
	Spécificité des parasites de la faune et du bétail : tiques et maladies à tiques.....	42
	Le cas du buffle africain <i>Syncerus caffer</i>	46
	Contacts faune-bétail et transmission de la fièvre aphteuse en Afrique australe.....	48
	Prévalence de maladies du bétail pour divers types d'interfaces	50
D.	Déterminants écologiques des interactions entre ongulés sauvages et domestiques	55
	Comportement alimentaire des ongulés sauvages et domestiques sympatriques.....	55
	Gradients de ressources, mouvements et contacts interspécifiques.....	56
	Implications pour la gestion des risques sanitaires aux interfaces faune-bétail	60
E.	Déterminants anthropiques des interactions entre ongulés sauvages et domestiques et risques sanitaires associés.....	62
	Conflits homme-faune dans les zones d'interface	62
	Perceptions des risques sanitaires associés à la faune par les éleveurs	65
	Pratiques des éleveurs et contacts faune-bétail.....	68
	« Scale mismatch » et instrumentalisation de la santé de la faune	70
	Perspectives : épidémiologie participative	71
F.	La tuberculose bovine comme exemple complexe de transmission d'un pathogène à l'interface faune-bétail-homme en Afrique sub-saharienne	73
	Mycobacterium bovis, microparasite à large spectre d'hôte	73
	Distribution de la tuberculose bovine à l'échelle continentale.....	74
	Dissémination de la tuberculose bovine chez les mammifères sauvages	75
	Transmission interspécifique de la tuberculose bovine aux interfaces homme-bétail-faune	77
G.	Essai de synthèse: approche fonctionnelle des risques sanitaires émergents au sein d'un système socio-écologique.....	80
	Contexte.....	80
	Nécessité d'une approche fonctionnelle de l'émergence	81
	Cadre théorique et opérationnel GFE.....	84
	Exemple 1: Transmission du virus de la fièvre Ebola dans les forêts d'Afrique Centrale	86
	Exemple 2 : Transmission du virus de la fièvre aphteuse en périphérie des aires protégées d'Afrique australe.....	88
	Discussion et perspectives	91
VI.	ORIENTATIONS FUTURES DE MES RECHERCHES ET IMPLICATION POTENTIELLE DE FUTURS ETUDIANTS	93
	Développement de la Plateforme de Recherche Production et Conservation en Partenariat	93
	A quels enjeux tentons-nous de répondre ?.....	93

Quelles sont les principales questions de recherche ?	94
Cadre conceptuel interdisciplinaire	95
Conséquences concrètes de l'orientation de mes recherches pour l'encadrement de futurs étudiants.	96
Quelques questions que j'aimerais aborder avec des étudiants.....	96
Partenariat.....	98
Projets en cours de soumission ou d'évaluation pour cofinancer ces activités	99
VII. RÉFÉRENCES CITÉES	102
VIII. CINQ PUBLICATIONS SIGNIFICATIVES	115

REMERCIEMENTS

A Sophie, et à mes enfants, ... pour tout!

A mes parents, pour le soutien inconditionnel et constant, depuis toujours.

A mon père, qui m'a fait prendre conscience très tôt que l'Homme était un animal, certes, mais un animal culturel avant tout.

A mon père et à mon frère qui m'ont donné le goût, parfois amer, des interactions entre les sciences humaines et les sciences biologiques, en quête d'une synthèse interdisciplinaire.

A mon Broz Hervé, avec lequel nous avons grandi, et à Alex, qui me donne l'impression de grandir encore.

A mes compagnons de brousse, Billy de Chegutu, Jonathan de Mabalauta et François de Ouaté, sans lesquels tout cela n'aurait été qu'un pur exercice académique.

A tous les *Bush brothers and sisters*, passés, présents et à venir!

Je remercie Jacques Blondel, Jean-Do Le Breton, Isabelle Olivieri et toute l'équipe de l'ex-DEA Ecologie et Evolution pour avoir tant passionné l'apprenti chercheur que j'étais. Je remercie François Renaud, Gerrit Uilenberg et Thierry de Meeûs, pour m'avoir soutenu et accompagné en thèse. Et je remercie le CIRAD, notamment François Monicat, Dominique Cuisance et François Roger, pour m'avoir donné la possibilité de réaliser mes rêves de chercheur pour/avec des gens merveilleux dans des endroits fabuleux.

Tatenda/Thank you/Merci to Shirley, Nyathi, Yvonne, Peter, Shakkie, Davies, Billy, Prisca, Amon, Gift, Eve, Fadzai, Calvin, Vlad, Josphine, Arthur, Hugo,... and all the RP-PCP Zim and French students and supervisors, for the support and the inspiration!

I. CURRICULUM VITAE

Etat Civil & Coordonnées

Michel de GARINE-WICHATITSKY

Nationalité : Française

Date de naissance : 5 novembre 1967 à Rome (Italie)

Adresses professionnelles :

1) CIRAD/RP-PCP, P.O. Box 1378, Harare, Zimbabwe, Téléphone : (263) 4 332487

2) CIRAD, UPR 22 « Animal et Gestion Intégrée des Risques Sanitaires », TA 30/F, Campus international de Baillarguet, 34398 Montpellier Cedex 5 France, Téléphone : (33) 0467595800

Adresse électronique: degarine@cirad.fr

Cursus (emplois et formations)

1999 - présent : Chercheur au CIRAD, Animal et Gestion Intégrée des Risques (UPR22-AGIRs). En poste en Nouvelle-Calédonie (2000-2006) puis au Zimbabwe (2007-présent).

1996 - 1999 : Thèse de Doctorat Universitaire (soutenue le 29/11/1999). Université Montpellier II : « Ecologie des interactions hôtes/vecteurs : analyse du système tiques/ongulés sauvages et domestiques en zone tropicale ». Thèse réalisée sous la direction du Dr F. Renaud (UMR CNRS/IRD 9926) et du Prof. G. Uilenberg (ex directeur scientifique du CIRAD-EMVT). Mention très honorable avec les félicitations du jury.

1995 : Thèse de Doctorat Vétérinaire. E.N.V. Alfort, Faculté de médecine de Créteil. "Territoire et parasitisme chez les mérous du genre *Epinephelus* dans les Exuma Cays (Bahamas)". Thèse réalisée sous la direction du Prof R. Chermette (ENVA). Lauréat de la faculté de médecine de Créteil et de l'Ecole nationale vétérinaire d'Alfort, prix de thèse.

1993 - 1994 : D.E.A. : Evolution et Ecologie. Université Montpellier II. Mention bien. Obtention d'une bourse de thèse du MESR. Août 1994

1992 - 1993 : D.E.S.S. : Productions animales en régions chaudes. CIRAD-EMVT, Muséum d'histoire naturelle, INA-PG, E.N.V. Alfort. Septembre 1993, mention bien.

1992 - 1993 : C.E.S. : Pathologie tropicale. CIRAD-EMVT/E.N.V. Alfort

1988 - 1992 : Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort (E.N.V. Alfort). Certificat de fin de scolarité vétérinaire (juin 1992).

Prix scientifiques et distinctions

Prix Tony Bubenik décerné par le comité de la 5^{ème} Conférence Internationale sur la Biologie du Cerf (Août 2002) pour la meilleure présentation d'un jeune chercheur

Prix Novartis-Pharma décerné par l'Académie Nationale de Médecine (Décembre 2000), lauréat de l'Académie Nationale de Médecine

Prix Norval-Young, décerné par le comité du STVM (Society for Tropical Veterinary Medicine) pour récompenser les travaux d'un jeune chercheur (Juin 1999).

Prix de thèse de Doctorat Vétérinaire décerné par l'Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort (Février 1996). Médaille de Bronze, lauréat de la Faculté de Médecine de Créteil

Résumé des activités de publication

Le détail des publications (noms de revues, facteurs d'impact, du rang et co-signature avec des étudiants) est fourni dans la section « Liste détaillée des publications et communications » pp 12 et suivantes.

En résumé, mes publications comprennent :

- 35 articles dans des revues internationales à facteur d'impact ISI (10 en premier auteur, 8 en deuxième auteur, 8 en dernier auteur, 15 cosignés avec des étudiants), 8 articles soumis (4 cosignés avec des étudiants).
- 8 articles publiés dans des revues sans facteur d'impact (2 en premier auteur, 1 en deuxième auteur, 4 en dernier auteur, 2 cosignés avec des étudiants), 1 article soumis (1 article en dernier auteur, 1 article cosigné avec des étudiants).
- 1 ouvrage coédité et 16 chapitres en coauteur (3 en premier auteur, 3 en deuxième auteur, 4 en dernier auteur, 6 cosignés avec des étudiants)
- 4 communications invitées et/ou chairman de sessions lors de congrès internationaux
- 59 communications orales dans des conférences et ateliers internationaux (35 avec des étudiants) et 22 communications affichées (12 avec des étudiants).

En Avril 2014, la source Google-Citation évaluait le h-index de mes publications à 13.

Participation, animation, montage et coordination de projets

En poste à Harare (Zimbabwe) depuis janvier 2007 :

- 2007-en cours : Animateur du dispositif en partenariat « Plateforme de Recherche Produire et Conserver en Partenariat » (<http://www.rp-pcp.org/>). Le groupe de recherche est constitué d'une cinquantaine de chercheurs et d'étudiants de 3^{ème} cycle de quatre organismes et universités (CIRAD/CNRS/University of Zimbabwe/National University of Science and Technology). Les recherches pluridisciplinaires menées concernent les « interfaces sauvage-domestique » en Afrique australe, associant l'écologie, les sciences humaines, l'agronomie et les sciences vétérinaires ainsi que la géographie. Le dispositif bénéficie d'une subvention de 50-60 K€/an,

- qui a permis notamment la mise en place d'un appel à projets étudiants interne (>30 étudiants PhD et Master soutenus depuis 2007). Mon rôle a consisté à monter le dispositif avec les partenaires, à définir le projet scientifique, à mobiliser les moyens pour la réalisation de ce programme, à assurer la coordination et la gestion des activités, et à participer à l'animation scientifique avec H. Fritz (CNRS).
- 20012-en cours : Coordinateur du projet FSP-RenCaRe (« Renforcement des capacités de recherche des équipes impliquées dans la gestion des aires protégées et de leur périphérie en Afrique australe »). Ce projet, financé par le Fonds de Solidarité Prioritaire du Ministère des Affaires Etrangères et Européennes (FSP, MAEE) vient en appui direct à la Plateforme de Recherche « Production et Conservation en Partenariat », notamment afin de développer la dimension régionale du dispositif. Dans le cadre du renforcement des capacités des partenaires du Sud (particulièrement avec les institutions Zimbabwéennes impliquées dans la plateforme RP-PCP : UZ et NUST, et également National Parks and Wildlife Management Authority), le projet comprend un volet scientifique qui consiste à définir et réaliser un programme de recherche intégré et pluridisciplinaire sur les « interfaces sauvages-domestiques en Afrique Australe » qui associe notamment 9 PhD/thèses et 5 Masters, la mise en place de 2 observatoires, et des actions de valorisation des résultats (implication des acteurs dans l'élaboration des projets, restitution et transfert des résultats). Mon rôle a consisté à monter le projet avec les Service de Coopération et d'Actions Culturelles de l'Ambassade d'Harare, et je suis chargé de la mise en place et du suivi du projet. Le projet bénéficie d'un budget de 500 K€ pour une durée de 4 ans à partir de 2013.
 - 2011-en cours : participation au projet ANR-Jeune Chercheur PIAF «Programme Interdisciplinaire sur les indicateurs Autochtones de la Faune et de la flore ». Coordonné et présenté par A. Sourdril (CNRS, UMR 7533 Ladyss) au financement de l'ANR-Jeune Chercheur, ce projet pluridisciplinaire et comparatif cherche à saisir sur trois continents et quatre pays (France, Etats-Unis, Cameroun et Zimbabwe) : (1) comment, dans un contexte de forte mutation des mondes ruraux (pressions démographiques, changements climatiques, politiques de conservation de la nature), les populations locales (usagers, mais aussi gestionnaires) élaborent des diagnostics de changements de leurs environnements immédiats à partir de l'observation de l'état de leurs biodiversités et (2) comment ces diagnostics leur permettent de gérer ou de protéger leurs territoires et leurs biodiversités au quotidien et de construire des stratégies d'adaptation aux changements perçus. Ma contribution au projet a consisté à accompagner la réflexion, renseigner certaines informations sur le site Zimbabwe/Hwange, et ma participation consistera essentiellement en l'encadrement du doctorant A. Perroton.
 - 2011-en cours : Participation au projet ANR-SAVARID (« Increased Aridity in Hwange Socio-Ecological System »), coordonné par H. Fritz (CNRS, UMR5558 – LBBE). Le projet, d'une durée de 4 ans, implique une quinzaine d'équipes du Nord et du Sud (CNRS-LBBE, CNRS-CEFE, UMR-PRODIG, Univ. Florida, U. Witswatersrand, ...). Le but est de proposer une approche pluridisciplinaire de l'anthropo-écosystème du parc de Hwange (Zimbabwe) et de sa périphérie, afin de mieux comprendre et piloter ses capacités d'adaptation face à l'aridification annoncée du fait des changements climatiques. Je coordonne la composante CIRAD, dotée de 380K€ qui implique 5 chercheurs, 1thèse et 3 Master.
 - 2010-en cours: Participation au projet BUCATIN « Interaction and shared disease burden of buffalo and cattle populations», coordonné avec A. Caron (CIRAD). Le projet concerne les mouvements transfrontaliers des buffles entre trois pays (Zimbabwe, Mozambique, Afrique du Sud), et la transmission de pathogènes aux populations de bovins sympatriques, et a bénéficié d'une dotation initiale de 15K\$ de la FAO, et d'une dotation petits équipements du CIRAD pour des colliers GPS. Les travaux impliquent 4 chercheurs et 2 étudiants (SANParks, ZimParks, UZ, U. Pretoria et Zim. Vet. services).
 - 2009-2012 : Participation au projet ANR-FEAR («Landscape of fear and resource heterogeneity ») coordonné par H. Fritz (CNRS, UMR5558 – LBBE). L'objectif du projet est d'explorer le rôle de la prédation dans la coexistence interspécifique des ongulés sauvages. Ma participation au projet s'est limitée au coencadrement de la thèse de E. Miguel (avec H. Fritz et T. Boulinier, CNRS-CEFE).

- 2007-2011 : Participation au projet FSP-GRIPAVI (« Ecologie et épidémiologie de la grippe aviaire dans les pays du Sud » ; <http://grippeaviaire.inist.fr/?+Projet-Gripavi+>), coordonné par le CIRAD. Projet de 3 ans doté de 3,6 M€, sur 6 pays. Ma participation au projet s'est limitée à l'encadrement de 2 thèses, à la participation aux activités de terrain de l'observatoire des lacs Manyame-Chivero au Zimbabwe, et à la valorisation des résultats de recherche sous forme de publications et de participation à des séminaires et conférences.
- 2008-2011: Participation au projet EU-PARSEL (« Public-Private-Community Partnerships to improve food security and livelihoods in the South East Lowveld and Mid Zambezi Valley »; www.rp-pcp.org/projects/.../eu-parsel), coordonné par S. Le Bel (CIRAD). Le projet, doté de 1,9 M€ sur 3 ans, était mené en partenariat avec WWF, Save Valley Trust, Malilangwe Conservancy. Outre une participation active lors de l'écriture et le montage du projet, j'étais responsable scientifique de la composante livestock, qui a impliqué 4 chercheurs et 5 étudiants en PhD et Master. Cette composante avait pour but d'analyser les contraintes à la production de bétail dans le lowveld du Zimbabwe (liées notamment aux contraintes sanitaires, à la proximité de l'aire protégée de Gonarezhou NP, et aux difficultés d'accès aux soins vétérinaires et aux marchés) afin de proposer des actions innovantes permettant de mieux assurer la sécurité alimentaire des populations rurales.

En poste en Nouvelle-Calédonie, janvier 2000-décembre 2006 :

- Affecté à Païta (Nouvelle-Calédonie), au sein de l'Institut Agronomique Calédonien (IAC), comme chercheur du Département Elevage et Faune Sauvage dirigé par N. Barré.
- 2004-2006 : Coordination du projet « Chasse et conservation de la biodiversité: savoirs naturalistes, usages et gestion des gibiers endémiques et introduits en Nouvelle-Calédonie », financé par l'IFB, en collaboration avec C. Demmer (CNRS/EHESS, Paris), I. de Garine (CNRS, France), P. Cabalion (IRD, Nouméa), JC Rivierre et F. Ozanne-Rivierre (CNRS, Villejuif), E. de garine (Université Paris X, Nanterre). L'objectif était d'évaluer la perception et les usages des gibiers, endémiques ou introduits, par les populations kanakes et caldoches des zones rurales de Nouvelle-Calédonie, afin d'améliorer la gestion des espèces introduites envahissantes et des espèces endémiques menacées. J'ai participé au montage (notamment en sollicitant des équipes de métropole et de Nouvelle-Calédonie : CNRS, U. Nanterre et IRD), à la mise en place et la réalisation des enquêtes et autres protocoles de terrain, et à la valorisation de ce projet pluridisciplinaire en Nouvelle-Calédonie.
- 2006 (Octobre) : Co-coordonateur, avec M. Pascal (INRA) du module « Friches et Aliens » de l'expédition Santo 2006 (MNHN/IRD/ Pro-Natura ; <http://www.santo2006.org/>). Cette expédition naturaliste, qui a associé plus de 150 chercheurs de différentes disciplines sous la direction du Prof P. Bouchet (MNHN), avait pour but de dresser un inventaire aussi exhaustif que possible, de la biodiversité de l'île de Santo (Vanuatu). En collaboration avec M. Pascal, nous avons rassemblé une équipe d'une quinzaine de chercheurs d'horizons variés (INRA, IRD, MNHN) dont l'objectif était de faire l'inventaire des espèces exotiques introduites sur l'île de Santo. Le travail de terrain a été réalisé durant le mois d'octobre 2006, évaluant l'abondance sur 4 sites contrastés des espèces introduites de mammifères, d'oiseaux, d'insectes (essentiellement fourmis) et des plantes (essentiellement des milieux de savanes). Une équipe d'anthropologues accompagnait également notre groupe, et nous avons collaboré à une étude de la perception des espèces introduites par les ni-Vanuatais de Santo.
- 2002-2005: Participation au projet "Invasion de la Nouvelle Calédonie par la tique *Boophilus microplus* : conséquences évolutives et interactions avec ses hôtes domestique et sauvage" financé par le programme INVABIO2 du Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable, coordonné par T. de Meeûs et C. Chevillon (CNRS-GEMI). Ce projet a impliqué 4 chercheurs, un thésard et un CDD, du CNRS-IRD en métropole et de l'IAC-CIRAD en Nouvelle-Calédonie. Ma participation au projet a essentiellement été focalisée sur le rôle possible dans l'évolution et la dissémination des tiques par les populations sauvages de cerfs rusa, hôtes secondaires de la tique *B. microplus*.
- 2000-2006 : Participation au projet « Conservation des forêts sèches de Nouvelle-Calédonie », coordonné par C. Papineau (Province Nord, Nouvelle-Calédonie). J'ai conçu et mis en place

plusieurs études sur les impacts des cerfs sur les plantes endémiques de forêts sèches, et sur la mise en place de plans de gestion sur plusieurs sites de forêt sèche (1 chercheur, 1 VAT, 1 technicien).

Implication dans des projets en cours de soumission ou d'évaluation

- Projet « Transmission d'*Escherichia coli* et de ses antibiorésistances dans les socio-écosystèmes africains » Coordonné et présenté par A. Caron (CIRAD, AGIRs) au financement de l'ANSES (appel à projet PNR EST 2014), ce projet propose une approche originale pour étudier la transmission de pathogènes entre des populations d'hôtes à partir d'un « patho-indicateur neutre ». Il associe deux unités du CIRAD, le Centre for Applied Social Sciences (CASS) de l'Université du Zimbabwe et l'UMR 1137 de l'INSERM. Ma contribution au projet a consisté à la réflexion sur les concepts qui seront testés dans ce projet, à l'élaboration des protocoles qui seront mis en place, et à l'établissement des collaborations avec les équipes partenaires, notamment au Zimbabwe. Un projet plus ambitieux sur un sujet similaire, soumis à l'ANR en 2012 et 2013, n'a pas été financé malgré des commentaires encourageants du comité de sélection.
- Pré-projet « Persistence & emergence of Rift Valley Fever in southern Africa: effect of livestock-wildlife interface, movement, vectors and ecological factors ». Coordonné et présenté par le Prof D. Pfeiffer (Royal Veterinary College, London, UK), ce pré-projet sera resoumis au financement d'un appel d'offre joint britannique (notamment en lien avec DFID) et américain intitulé « Zoonoses and emerging livestock systems: reducing the risk to livestock and people ». Ma contribution porterait essentiellement sur l'étude de la circulation du virus de la Fièvre de la Vallée du Rift aux interfaces faune-bétail en Afrique Australe.
- Concept note ODISS in GLTFCA "Optimised Disease Surveillance Systems at wildlife/domestic interface in the GLTFCA". Coordonné et présenté par A. Caron (CIRAD, AGIRs) au financement SADC/CCARDESA (appel à projet recherche 2014). Cette concept-note se propose d'optimiser les stratégies d'échantillonnage sur la faune et sur le bétail pour la surveillance des maladies faune/bétail/homme (en prenant pour exemple la brucellose) dans les zones d'interface du Great Limpopo TFCA. Le projet associerait deux chercheurs du CIRAD-AGIRs basés au Mozambique (A. Caron) et au Zimbabwe (M. de Garine-Wichatitsky), avec des équipes des facultés vétérinaires de l'Université E. Mondlane et de l'Université du Zimbabwe. Le diagnostic brucellose sur les échantillons de faune et bétail collectés seraient effectués par le Terramo Laboratory Institute (Italie) ainsi que les services vétérinaires des deux pays.

Synthèse des activités d'encadrement et formation

Encadrement d'étudiants de 3^{ème} cycle

Thèses/PhD

- PERROTON, A. (2012- en cours). "Increasing aridity and coexistence of conservation and agricultural production activities in Southern Africa: Analysis and modeling of a socio-ecological system including a protected area". Thèse (PhD), Université Montpellier II, Ecole Doctorale SIBAGHE. Directeur de Thèse: Prof D. McKey (UM2-CNRS); co-superviseurs: M. de Garine-Wichatitsky (CIRAD), Dr H. Fritz (CNRS), Dr C. Le Page (CIRAD).
- VALLS, H. (2012- en cours). "Impact of surface water availability on large herbivore movement in a semi-arid savanna". Thèse (PhD), Université Montpellier II, Ecole Doctorale SIBAGHE. Directeur de Thèse: Dr H. Fritz (CNRS) ; encadrant principal : Dr S. Chamaillé-James (CNRS) ; co-superviseur : M. de Garine-Wichatitsky (CIRAD).
- ZENGEYA, F. (2009- en cours). "Understanding the distribution of cattle at the livestock-wildlife interface using real-time Global Positioning Systems (GPS) and satellite remotely sensed data".

- PhD, UZ/Department of Geography and Environmental Sciences. Encadrant principal : Prof A. Murwira (UZ); co-superviseur : Dr M. De Garine-Wichatitsky (CIRAD).
- MUNDAVA, J. (2009- en cours). “The Structure and Dynamics of a Waterbird Assemblage on two Large Dams”. PhD, National University of Science and Technology, Bulawayo. Encadrant principal : Prof. P. Mundy (NUST); co-superviseurs : Dr M. de Garine-Wichatitsky (CIRAD), N. Gaidet (CIRAD) et A. Caron (CIRAD).
- MIGUEL, E. (2009-2012). “Pathogens transmission from wild to domestic herbivores in Zimbabwe”. Thèse (PhD), Université Montpellier II, Ecole Doctorale SIBAGHE. Encadrant Principal : Dr M. de Garine-Wichatitsky (CIRAD); co-superviseurs: Dr H. Fritz (CNRS) et Dr T. Boulinier (CNRS).
- CARON, A. (2007-2011). “Describing and understanding host-pathogen community interactions at the wildlife-livestock interface”. PhD, University of Pretoria, Mammals Research Institute. Directeur de thèse : Prof E. Cameron (U. Pretoria); encadrant Principal : Dr M. De Garine-Wichatitsky (CIRAD); co-superviseurs : Prof D. Cumming (UZ) et Dr S. Morand (UM2).

Masters/DEA/DESS/MPhil/MSc

- MORTON, K. (2014-en cours). Preliminary analysis of RVF epidemiology in Zimbabwe. Stage de M2 SAEPS « Santé Animale et Epidémiosurveillance dans les Pays du Sud» (CIRAD, ENVT), Master Ecologie Biodiversité (U. Montpellier 2). Encadrants principaux : Dr M. de Garine-Wichatitsky & Dr V. Chevalier (CIRAD) ; co-superviseur : Dr M. Zimba (UZ).
- PERROTON, A. (2012). La pluie, les récoltes, les oiseaux et les ancêtres. Perception de l’environnement et du climat par deux groupes ethniques partageant un même espace. M2 Evolution, Patrimoine et Société, MNHN/AgroParisTech. Encadrant principal : Dr M. de Garine-Wichatitsky (CIRAD) & Dr B. Mukamuri (UZ).
- CHIKURUWO, C. (2011-en cours). Traits of native and alien plants across a gradient of human disturbance in African Savannas: do aliens differ from natives or they are functionally similar? MPhil, UZ/Department of Geography and Environmental Sciences. Encadrant principal : Dr M. Masocha (UZ); co-superviseurs: Dr M. De Garine-Wichatitsky (CIRAD) & Dr A. Murwira (UZ).
- CHIGWENHESE, L. (2010-en cours). Permeability of selected fences to wildlife and livestock in the South East Lowveld of Zimbabwe. MPhil, UZ/Department of Geography and Environmental Sciences. Encadrant principal : Dr A. Murwira (UZ); co-superviseurs : Dr M. de Garine-Wichatitsky (CIRAD) & Dr A. Caron (CIRAD).
- ZISHIRI, S. (2012). Understanding Socio-Economic Factors that Influence Local People’s Capacity to Access and Manage Cattle in Sengwe Communal Land. MSc, University of Zimbabwe, Centre for Applied Social Sciences. Encadrant principal : Dr B. Mukamuri (UZ); co-superviseurs : Dr M. de Garine-Wichatitsky (CIRAD) & Dr A. Caron (CIRAD).
- ZVIDZAI, M. (2008- 2012). Waterhole use by wild and domestic ungulates: exploring temporal niche use and associated competition and pathogen transmission potentials. MPhil, UZ/Department of Geography and Environmental Sciences Encadrant principal : Dr A. Murwira; co-superviseur : Dr M. de Garine-Wichatitsky (CIRAD).
- DUBE, T. (2009-2010). Permeability of selected fences to wildlife and livestock in the South East Lowveld of Zimbabwe. MPhil, UZ/Department of Geography and Environmental Sciences Encadrant principal: Dr A. Murwira; co-superviseur : Dr M. de Garine-Wichatitsky.
- GOMO, C. (2007- 2010). A survey of tuberculosis and brucellosis in wild and domestic animals in the SEL of Zimbabwe. MPhil, UZ/Faculty of Veterinary Sciences. Encadrant principal : Dr D. Pfukenyi (UZ); co-superviseur : Dr M. de Garine-Wichatitsky (CIRAD).
- JOMANE, L. (2007- 2009). Tick diversity and abundance and tick-borne infections in domestic and wild animals at the livestock/wildlife interface in marginalised communities of the SEL of Zimbabwe. MPhil, UZ/Faculty of Veterinary Sciences. Encadrant principal : Prof T. Hove (UZ); co-superviseur : Dr M. de Garine-Wichatitsky (CIRAD).
- ROQUES-ROGERY, G. (2004-2006). Monitoring population trends and impacts of introduced rusa deer in native New Caledonian forests: Test of methods and relevance for participatory

- management programmes. MTech. Department of Nature Conservation, Nelson Mandela Metropolitan University (George, South Africa). Encadrant principal: Dr L. Watson; co-encadrant : Dr M. de Garine-Wichatitsky (CIRAD).
- HARRY, A. 2006. Espèces allochtones envahissantes de Santo (Vanuatu) : de la perception par les populations à la proposition de modes de gestion. Mémoire Master2 DEVTAT, Université de Nouvelle-Calédonie, Nouméa. Encadrant principal : Dr M. de Garine-Wichatitsky (CIRAD).
- BERGON, S. 2004. « Détermination du régime alimentaire du cerf rusa en Nouvelle-Calédonie : utilisation de deux méthodes d'analyse des fèces ». DESS Productions animales en Régions Chaudes. USTL/CIRAD-EVMT, Montpellier. Encadrant principal : Dr M. de Garine-Wichatitsky (CIRAD).
- SOUBEYRAN, Y. 2002. Etude du régime alimentaire du cerf rusa en zone de forêt dense humide en Nouvelle-Calédonie par l'analyse des contenus stomacaux. DESS Productions animales en Régions Chaudes. CIRAD-EVMT, Montpellier. Encadrant principal : Dr M. de Garine-Wichatitsky (CIRAD).
- POUGET, D. 2001. Impact of rusa deer (*Cervus timorensis rusa*) on the endemic vegetation of a rainforest habitat in New Caledonia. MSc, Biology Dept., University of York, U.K. Encadrant principal : Dr M. de Garine-Wichatitsky (CIRAD).
- LABBE, A. 2000. Régime alimentaire et gestion du cerf rusa (*Cervus timorensis rusa*) en milieu naturel en Nouvelle-Calédonie : vers la mise au point de bio-indicateurs. DESS Productions animales en Régions Chaudes. CIRAD-EMVT, Montpellier. Encadrant principal : Dr M. de Garine-Wichatitsky (CIRAD).
- VITTRANT, N. 1997. Le comportement brouteur des herbivores sauvages et domestiques d'un ranch mixte du Zimbabwe. DESS Productions animales en Régions Chaudes. CIRAD-EMVT, Montpellier. Encadrant principal : Dr M. de Garine-Wichatitsky (CIRAD).

Autres diplômes (BSc, BVSc)

- MARANGE, R. & MARIMWE, M. C. 2008. A retrospective study on transmissible diseases between wildlife and domestic livestock in the wildlife/livestock interface areas of Hwange district. Bachelor of Veterinary Science, University of Zimbabwe.
- FAUGERE, N. 2006. Gestion des populations de cerfs sauvages de Nouvelle-Calédonie. BSc, ISTOM. Mémoire de fin d'étude. 43 pp.
- ROQUES-ROGERY, G. 2002. Evaluation of rusa deer populations in sclerophyll forests: preliminary results of field studies. BSc PE Technikon College, George, South Africa.

Membre de jurys de thèse et master

- 2009 : Rapporteur du PhD de N. Davies intitulé « Resource partitioning among five sympatric mammalian herbivores on Yanakie Isthmus, south-eastern Australia », sous la direction de G. Coulson and D. Forsyth. Université de Melbourne, Australie.
- 2007 : Examineur du Master de G. Roques-Rogery intitulé « Monitoring population trends and impacts of introduced rusa deer in native New Caledonian forests: Test of methods and relevance for participatory management programmes » Univ. N. Mandela, Georges, Afrique du Sud.
- 2006 : Membre de jurys pour les étudiants du Master « Développement territorial et aménagement du territoire (DEVSTAT) » à l'Université de la Nouvelle-Calédonie (Nouméa) en 2006.
Membre de jury pour le DSU de UHP Nancy/UNC en 2006.
- 1999 : Membre de jurys pour les étudiants du Master « Productions Animales en Régions chaudes », CIRAD/UM2, Montpellier.

Participation à des activités d'enseignement

- 2013 : Universidad de Castilla-La-Mancha/IREC, Ciudad Real, Espagne. One Heath Course organisé dans le cadre du projet ANTIGONE (EU-FP7). 3 heures de cours (+ 1 heure de TD) en collaboration avec A. Caron sur « Epidemiological interactions at wildlife-livestock interfaces »

- 2006 :- Cours de Master Productions Animales en Régions Chaudes (UM2/CIRAD ; Montpellier). Option « Faune sauvage ». 3 heures de cours (+ 6 heures de TD) sur l'Ecologie et la gestion des Ongulés
- Cours de Master Développement territorial et aménagement du territoire (DEVTAT), UNC Nouméa. Gestion de la faune sauvage en Nouvelle-Calédonie. 12 heures avec interventions de N. Barré, F. Brescia et P. d'Aquino (IAC/CIRAD)
- 1999 : Cours de DESS Productions Animales en Régions Chaudes (CIRAD/MNHN/INA-PG). Option « Faune sauvage ». Cours de 3 heures en collaboration avec H. Fritz « Fonctionnement des systèmes plurispécifiques d'ongulés : de la théorie à la pratique ».
- 1991/92 : Moniteur de Travaux-Pratiques (pour les élèves de 1ère année). Département des Productions Animales de l'E.N.V. d'Alfort.

Responsabilités collectives

- 2007-en cours : élu (Décembre 2007, réélu Décembre 2010) Coordinateur de la « Research Platform Production and Conservation in Partnership » par les membres du Scientific Steering Committee, comprenant des représentants de l'Université du Zimbabwe, de la National University of Science and Technology du CNRS et du CIRAD.
- 2010-en cours : nommé par le CIRAD Animateur du Dispositif Prioritaire « Plateforme de Recherche Produire et Conserver en Partenariat » (RP-PCP : CIRAD/CNRS/UZ/NUST) depuis avril 2010.
- 2011-2012 : nommé Correspondant du CIRAD au Zimbabwe depuis janvier 2011.
- 2001-2006 : élu trésorier de la Commission de Site du CIRAD en Nouvelle-Calédonie (CE).

Expertises et évaluation

Principales expertises

- FRB/FFEM : Invitation pour contribuer à l'animation de l'Atelier FRB "scénarios de la biodiversité africaine" : Gabon, Libreville. 4 jours Mars 2013.
- U. Pretoria : Invitation pour participer à un atelier de rédaction de projet. Afrique du Sud, Kruger NP. 5 jours Novembre 2012.
- FAO : expertise dans le cadre d'un projet transfrontalier (GLTFCA) sur la mobilité et l'état sanitaires des buffles. 15 jours d'expertise Juin-Décembre 2011.
- UA-IBAR : consultation/prospection pour montage de projets sur les interfaces faune-bétail-homme en collaboration CIRAD/UA-IBAR. 3 jours Juin 2011.
- Univ. Wageningen : montage de projet INREF sur la transmission de la tuberculose bovine et de la brucellose aux interfaces faune-bétail-homme en collaboration, U. Wageningen/CIRAD/UZ/U.Berkley. 1 semaine Avril 2011.
- Consultation d'experts « One World One Health » : 3 jours de consultation collective (Mars 2009, Winnipeg, Canada) pour le compte de FAO/OIE/OMS/UNICEF/Banque Mondiale.
- Amélioration de l'état sanitaire des élevages en périphérie des aires protégées du Lowveld du Zimbabwe (Projet UE/PARSEL) : 2 mois par an 2008-2011.
- Gestion des espèces férales aux Marquises (Polynésie Française) : mars 2007, pour le compte de la Direction de l'Environnement/Ministère du Tourisme et de l'Environnement de Polynésie Française.
- Etude écologique du site de Gouaro-Deva (Nouvelle-Calédonie) : juillet-août 2005, pour le compte de la Direction des Ressources Naturelles (Province Sud, NC) et du Programme Forêt Sèches.
- Suivi-évaluation des populations de cerfs rusa en Nouvelle-Calédonie : 2003, pour le compte de la Direction des Ressources Naturelles (Province Sud, NC).
- Impact environnemental de la lutte contre les tsé-tsé : Aout 1996/Mars 1997/Aout 1997, pour le compte de l'UE (RTTCP/SEMG), Kasungu Nationa Park, Malawi.

Participation à des évaluations

- Relecteur occasionnel pour les revues *Behaviour*, *Bois et Forêts des Tropiques*, *Ecological Research*, *Ecoscience*, *Game and Wildlife Science*, *Journal of Wildlife Management*, *Transboundary Emerging Diseases*, *Wildlife Biology*.
- Evaluation de projets pour l'Institut Polaire Français Paul Emile Victor (IPEV ; 2010).
- Evalueur externe de candidatures pour des promotions au sein de la Faculté Vétérinaire de l'Université de Pretoria (2012).
- Membre du jury de sélection pour les communications soumises au 30th World Veterinary Congress, 11-13 Octobre 2011, Cape Town, South Africa.
- Membre du comité scientifique de la Conférence « 6th International Wildlife Ranching Symposium » 6-9 Juillet 2004, Paris, France. Membre du jury de sélection pour les communications soumises.

Organisation et animation de conférences et séminaires internationaux

Chairman de session

- 14th AITVM Conference (25-29 August 2013, Johannesburg, South Africa. Chairman de session (e) Drivers of Disease emergence)
- 1st International Wildlife TB Conference (Skukuza, Kruger National Park, 9-12 September. Co-Chairman de session 1B/Wildlife Reservoirs and Spill-Over Hosts)
- 30th World Veterinary Congress, 11-13/10/11, Cape Town, South Africa. Chairman de session Integrated Livestock and Wildlife Health and Management Conference,

Organisateur de conférence/séminaire internationaux

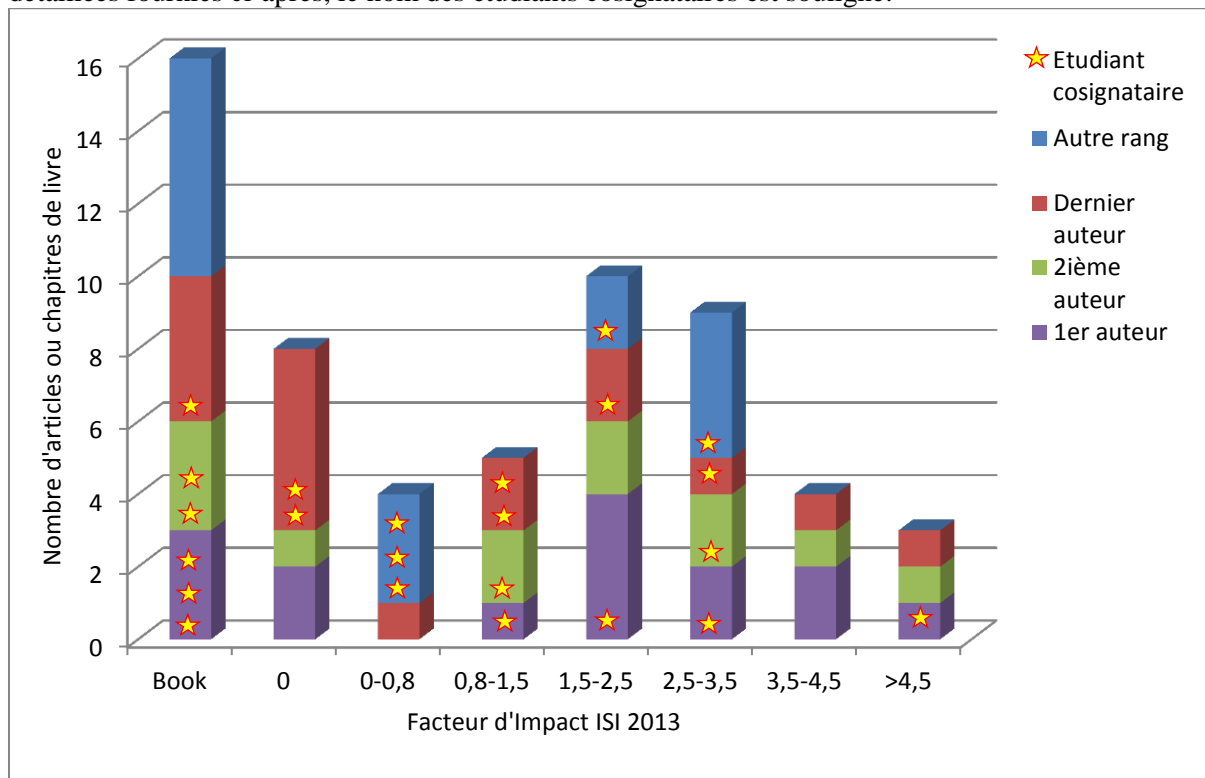
- RP-PCP/AHEAD joint conference, 12-15/04/14, Hwange, Zimbabwe. Co-président du comité scientifique et du comité organisateur.
- Séminaire-table ronde « Rusa 2006 » sur la gestion du cerf rusa en Nouvelle-Calédonie. 30 novembre -1er Décembre 2006. Koné, Nouvelle-Calédonie. Organisateur.
- Conférence « 6th International Wildlife Ranching Symposium » 6-9 Juillet 2004, Paris, France. Membre du comité scientifique.

II. LISTE DETAILLÉE DES PUBLICATIONS ET COMMUNICATIONS

En Mars 2014, ma liste de publications comprenait 43 articles dans des revues à comité de lecture, publiés dans 37 revues différentes (voir tableau ci-dessous), 1 ouvrage en tant que coéditeur, ainsi que 16 chapitres d'ouvrages.

Nom des revues (ordre alphabétique)	Nb	IF2013
African Journal of Ecology	1	0,630
American Journal of Botany	1	2,590
Annals of Botany	1	3,450
Annals of the New York Academy of Sciences	4	4,380
Austral Ecology	1	1,738
Biodiversity & Conservation	1	2,280
Bois et Forêts de Tropiques	1	0,370
Canadian Journal of Zoology	1	1,500
Comparative Immunology and Microbiology of Infectious Diseases	1	1,810
EcoHealth	1	2,200
Ecology & Society	1	3,310
Ecosphere	1	0,000
Emerging Infectious Diseases	1	6,790
Epidemiology & Infection	2	2,870
Experimental & Applied Acarology	1	1,850
Game & Wildlife Science	1	0,000
Genetica	1	1,680
Honeyguide	1	0,000
Infection, Genetics & Evolution	2	2,770
International Journal of Development & Sustainability	1	0,000
International Journal of Remote Sensing	1	1,410
Journal de la Société des Océanistes	1	0,000
Journal of Animal Ecology	1	4,840
Journal of Applied Ecology	1	4,740
Journal of Chemical Ecology	1	2,460
New Zealand Journal of Zoology	2	0,890
Notornis	1	0,000
Oecologia	1	3,010
Onderstepoort Journal of Veterinary Science	1	0,550
Ostrich	1	0,470
Pacific Conservation Biology	1	0,000
Parasitology	1	2,360
Revue d'Elevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux	1	0,000
Transboundary & Emerging Diseases	1	2,096
Tropical Animal Health & Production	1	1,090
Veterinary Parasitology	1	2,380
Veterinary Research	1	3,430
Total /Moyenne	43	2,084

La figure suivante illustre la répartition des articles en fonction du facteur d'impact, mon rang parmi les coauteurs, et les articles cosignés par des étudiants au moment de la publication. Dans les listes détaillées fournies ci-après, le nom des étudiants cosignataires est souligné.



Nota : dans les listes ci-dessous, les noms des étudiants que je co-encadrais au moment des travaux ayant donné lieu à la publication, sont soulignés.

Liste des articles publiés dans des revues à facteur d'impact ISI

- A035. ZENGEYA, F., MURWIRA, A., **DE GARINE-WICHATITSKY, M.** 2014 in press. Seasonal habitat selection and space use by a semi-free range herbivore in a heterogeneous savanna landscape. *Austral Ecology*.doi:10.1111/aec.12137.
- A034. JORI, F., CARON, A., THOMPSON, P. N., DWARKA, R., FOGGIN, C., **DE GARINE-WICHATITSKY, M.**, HOFMEYR, M., VAN HEERDEN, HEATH, L. 2014 in press. Characteristics of Foot-and-Mouth Disease Viral Strains Circulating at the Wildlife/livestock Interface of the Great Limpopo Transfrontier Conservation Area. In press, *Transboundary & Emerging Diseases*
- A033. MIGUEL, E., GROSBOIS, V., CARON, A., CORNELIS, D., BOULINIER, T., FRITZ, H., FOGGIN, C., MAKAYA, P., TSHABALALA, P., **DE GARINE-WICHATITSKY, M.** 2013. Contacts and foot and mouth disease transmission from wild to domestic bovines in Africa. *Ecosphere*, 4(3):51. <http://dx.doi.org/10.1890/ES12-00239.1>.
- A032. **DE GARINE-WICHATITSKY, M.**, CARON, A., KOCK, R. TSCHOP R., MUNYEME, M. HOFMEYR, M., MICHEL, A. 2013. A review on bovine tuberculosis at the wildlife/livestock/human interface in sub-saharan Africa. *Epidemiology and Infection*, 141: 1342–1356.
- A031. **DE GARINE-WICHATITSKY, M.**, MIGUEL, E., MUKAMURI, B., GARINE-WICHATITSKY, E., WENCELIUS, J., PFUKENYI, D., CARON, A. 2013. Coexisting with wildlife in Transfrontier Conservation Areas in Zimbabwe: cattle owners' awareness of disease risks and perception of the role played by wildlife. *Comparative Immunology and Microbiology of Infectious Diseases*, 36: 321– 332.

- A030. MUNDAVA, J., CARON, A., GAIDET, N., COUTO, F., COUTO, T., DE GARINE-WICHATITSKY, M., MUNDY, P. 2012. Factors influencing long-term and seasonal waterbird abundance and composition at two adjacent lakes in Zimbabwe. *Ostrich*, 83 (2): 69-77.
- A029. CARON, A., MIGUEL, E., GOMO, C., MAKAYA, P., PFUKENYI, D., HOVE, T., FOGGIN, C., DE GARINE-WICHATITSKY, M. 2013. Relationship between burden of infection in ungulate populations and wildlife/livestock interfaces. *Epidemiology and Infections*. 141: 1522–1535.
- A028. CARON, A., DE GARINE-WICHATITSKY, M., NDLOVU, M., CUMMING, G. S. (2012). Linking avian communities and avian influenza ecology in Southern Africa using epidemiological functional groups. *Veterinary Research*, 43:73 <http://www.veterinaryresearch.org/content/43/1/73>
- A027. GOMO, C., MUSARI, S., DE GARINE-WICHATITSKY, M., CARON, A., PFUKENYI, D. M., VAN HEERDEN, H. 2012 Detection of *Brucella abortus* in Chiredzi district in Zimbabwe. *Onderstepoort Journal of Veterinary Research*, 79(1).doi:10.4102/ojvr.v79i1.417.
- A026. CHEVILLON, C., **DE GARINE-WICHATITSKY, M.**, BARRÉ, N., DUCORNEZ, S., DE MEEÛS, T. 2013. Understanding the genetic, demographical and/or ecological processes at play in invasions: lessons from the southern cattle tick *Rhipicephalus microplus* (Acari: Ixodidae). *Experimental and Applied Acarology*, 59: 203-218.
- A025. GOMO, C., DE GARINE-WICHATITSKY, M., CARON, A., PFUKENYI, D. 2012. Survey of brucellosis at the wildlife–livestock interface on the Zimbabwean side of the Great Limpopo Transfrontier Conservation Area. *Trop Anim Health Prod.*,44: 77-85.
- A024. ZENGEYA, F., MURWIRA, A., DE GARINE-WICHATITSKY, M. 2011. An IKONOS based evaluation of cattle home ranges (HRs) and utilization distributions (UDs) estimated by the Kernel density estimator and the Local convex hull (LoCoH). *Int. J. Remote Sensing*,32(22): 7805-7826.
- A023. CARON, A., ABOLNIK, C., MUNDAVA, J., GAIDET, N., BURGER, C.E., MOCHOTLHOANE, B., BRUINZEEL, L., CHIWESHE, N., **DE GARINE-WICHATITSKY, M.**, CUMMING, G. S. 2010. Persistence of Low Pathogenic Avian Influenza Virus in Waterfowl in an African Ecosystem. *EcoHealth* 8(1):109-115.
- A022. CARON, A., DE GARINE-WICHATITSKY, M., GAIDET, N., CHIWESHE, N., CUMMING, G. S 2010. Estimating dynamic risk factors for pathogen transmission using community-level bird census data at the wildlife/domestic interface. *Ecology and Society* 15(3): 25.
- A021. **DE GARINE-WICHATITSKY, M.**, CARON, A., GOMO, C., FOGGIN, C., DUTLOW, K., PFUKENYI, D., LANE, E., LE BEL, S., HOFMEYR, M., HLOKWE, T., MICHEL, A. 2010. Bovine Tuberculosis in Buffaloes, Southern Africa. *Emerging Infectious Diseases*, 16 (5): 884-885.
- A020. DE MEEUS, T., KOFFI, B.B., BARRE, N., **DE GARINE-WICHATITSKY, M.** & CHEVILLON, C. 2010. Swift sympatric adaptation of a species of cattle tick to a new deer host in New-Caledonia. *Infection, Genetics and Evolution*, 10:976-983.
- A019. **DE GARINE-WICHATITSKY, M.**, T. DE MEEUS, C. CHEVILLON, D. BERTHIER, N. BARRE, S. THEVENON, J.-C. MAILLARD. 2009. Population structure of wild and farmed rusa deer (*Cervus timorensis rusa*) in New-Caledonia inferred from polymorphic microsatellite loci. *Genetica*, 137:313–323.
- A018. READ, J., SANSON, G., CALDWELL, E., CLISSOLD, F., CHATAIN, A., PEETERS, P., BYRON, B. LAMONT, B., **DE GARINE-WICHATITSKY, M.**, JAFFRE, T., KERR, S. 2009. Correlations between leaf toughness and phenolics among species in contrasting environments of Australia and New Caledonia. *Annals of Botany*, 103(5):757-767.
- A017. CARON, A., GAIDET, N., DE GARINE- WICHATITSKY, M., MORAND, S., CAMERON, E. 2009. Evolutionary Biology, Community Ecology and Avian Influenza. *Infection, Genetics and Evolution*, 9 (2) : 298-303.
- A016. READ, J., SANSON, G.D, **DE GARINE-WICHATITSKY, M.** & JAFFRÉ, T. 2006. Sclerophylly in contrasting tropical environments: low nutrients versus low rainfall. *American Journal of Botany*, 93(11): 1601–1614.
- A015. SPAGGIARI, J. & **DE GARINE-WICHATITSKY, M.** (2006) Home range and habitat use of introduced rusa deer (*Cervus timorensis rusa*) in a mosaic of savannah and native sclerophyll forest of New Caledonia. *New Zealand Journal of Zoology* 33: 175–183.

- A014. **DE GARINE-WICHATITSKY, M.**, SOUBEYRAN, Y., MAILLARD, D., & DUNCAN, P. 2005. The diets of introduced rusa deer (*Cervus timorensis russa*) in a native sclerophyll forest and a native rainforest of New Caledonia. *New Zealand Journal of Zoology* 32 (2): 117-126.
- A013. DUCORNEZ, S., BARRE, N., MILLER, R.J. & **DE GARINE-WICHATITSKY, M.** 2005. Diagnosis of amitraz resistance in *Boophilus microplus* with the Modified Larval Packet Test. *Veterinary Parasitology* 130: 285-292.
- A012. **DE GARINE-WICHATITSKY, M.**, FRITZ, H., GORDON, I.J., ILLIUS, A. 2004. Bush selection along foraging pathways by sympatric impala and greater kudu. *Oecologia*, 141(1): 66-75
- A011. BARRE, N., BIANCHI, M., **DE GARINE-WICHATITSKY, M.** 2002. Effect of the association of cattle and rusa deer (*Cervus timorensis russa*) on the maintenance of a viable cattle tick *Boophilus microplus* population. *Annals of the New York Academy of Sciences* 969: 280-289.
- A010. BOURGAREL, M., FRITZ, H., GAILLARD, J.-M., **DE GARINE-WICHATITSKY, M.**, MAUDET, F. 2002. Effects of annual rainfall and habitat types on the body mass of impala (*Aepyceros melampus*) in the Zambezi Valley, Zimbabwe. *African Journal of Ecology*, 40 (2) : 186-193.
- A09. **DE GARINE-WICHATITSKY, M.** 2002. Adult tick burdens and habitat use of sympatric wild and domestic ungulates in a mixed ranch of Zimbabwe: no evidence of a direct relationship. *Annals of the New York Academy of Sciences* 969: 306-313.
- A08. DUCORNEZ, S., **DE GARINE-WICHATITSKY, M.**, BARRE, N., UILENBERG, G., CAMICAS, J.L. 2002. Tick reference collection of late Dr P.C. Morel : a tool for tick taxonomists and veterinarians. *Annals of the New York Academy of Sciences* 969:318-322.
- A07. VOUREC'H, G., **DE GARINE-WICHATITSKY, M.**, LABBÉ, A., ROSOŁOWSKI, D., MARTIN, J.L., FRITZ, H. 2002. Monoterpene effects on feeding choice by deer. *Journal of Chemical Ecology*. 28(12):2411-27.
- A06. **DE GARINE-WICHATITSKY, M.**, CHEKE, R.A., LAZARO, D. 2001. Effects of tsetse targets on mammals and birds in Kasungu National Park, Malawi. *Biodiversity and Conservation*.10: 869-891.
- A05. **DE GARINE-WICHATITSKY, M.**, 2000. Assessing infestation risk by vectors : spatial and temporal distribution of African ticks at the scale of a landscape. *Annals of the New York Academy of Sciences*. 916: 222-232.
- A04. **DE GARINE-WICHATITSKY, M.**, de MEEÜS, T., GUEGAN, J.-F. & RENAUD, F. 1999. Spatial and temporal distributions of parasites: can wild and domestic ungulates avoid African tick larvae? *Parasitology*, 119, 455-466.
- A03. HURTREZ-BOUSSES, S., **DE GARINE-WICHATITSKY, M.**, PERRET, P., BLONDEL, J. & RENAUD, F. 1999. Variations in prevalence and intensity of blow fly infestations in an insular Mediterranean population of blue tits. *Canadian Journal of Zoology*. 77: 337-341.
- A02. FRITZ, H. & **DE GARINE-WICHATITSKY, M.** 1996. Foraging in a social antelope: effects of group size on foraging choice and resource perception in Impala (*Aepyceros melampus*). *Journal of Animal Ecology*, 65 : 736-742.
- A01. FRITZ, H., **DE GARINE-WICHATITSKY, M.** & LETESSIER, G. 1996. Habitat use by sympatric wild and domestic herbivores in an African savanna woodland: the influence of cattle spatial behaviour. *Journal of Applied Ecology*. 33 : 589-598.

Articles dans des revues à comité de lecture sans facteur d'impact ISI

- B08. ZVIDZAI, M. MURWIRA, A., CARON, A., **DE GARINE-WICHATITSKY, M.** 2013. Waterhole use patterns at the wildlife/livestock interface in a semi-arid savanna of Southern Africa. *International Journal of Development and Sustainability*, 2(2); Online ISSN: 2168-8662 – www.isdsnet.com/ijds.
- B07. CARON, A. CUMMING, G.S., MUNDAVA, J. CHIWESHE, N., MUNDY, P., **DE GARINE-WICHATITSKY, M.** 2012. Report on a five-year avian influenza survey in the manyame catchment. *Honeyguide*, 58(2): 113-120.

- B06. PASCAL, M., LORVELEC, O., BARRE, N., **DE GARINE-WICHATITSKY, M.** 2008. Espèces allochtones d'Esperito Santo. Premiers résultats de l'expédition Santo 2006. *Journal de la Société des Océanistes*, 126-127 : 187-193.
- B05. **DE GARINE-WICHATITSKY, M.**, CHARDONNET, P. & DE GARINE, I. 2004. Management of introduced game species in New Caledonia : reconciling biodiversity conservation and resource use? *Game and Wildlife Science*, 21 (4): 697-706.
- B04. BARRE, N., **DE GARINE-WICHATITSKY, M.**, LECOQ, R., MAILLARD, J-C. 2003. Contribution to the knowledge of the New Caledonian Imperial Pigeon *Ducula goliath* (Gray 1859) with emphasis on sexual dimorphism. *Nothornis*. 50:155-160.
- B03. **DE GARINE-WICHATITSKY, M.**, DUNCAN, P., LABBE, A., SUPRIN, B., CHARDONNET, P. & MAILLARD, D. 2003. A review on the diet of rusa deer *Cervus timorensis rusa* in New Caledonia : are the endemic plants defenceless against this introduced eruptive ruminant ? *Pacific Conservation Biology*, 9 (2): 136-142.
- B02. DE GARINE, I. & **DE GARINE-WICHATITSKY, M.** 1999. Providing impala meat (*Aepyceros melampus*) to local populations in Nyaminyami (Omay, Zimbabwe): nutritional and sociocultural aspects of man/wildlife interactions. *Bois et Forêts des Tropiques*, 262 (4).
- B01. FERON, E., TAFIRA, J.K., BELEMSOBGO, U., BLOMME, S. & **DE GARINE-WICHATITSKY, M.** 1998. Transforming wild African herbivores into edible meat for local communities. Sustainable use of impala (*Aepyceros melampus*) in the CAMPFIRE Program, Zimbabwe. *Revue d'Elevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux*. 51 (3) : 265-272.

Articles soumis ou en cours de révision

- AS1. **DE GARINE-WICHATITSKY, M.**, CARON, A., MORAND, S. Epidemiological Functional Groups: a framework for the identification of key host populations involved in emerging diseases. Soumis *Frontiers in Ecology and the Environment*.
- AS2. CARON, A., GROSBOIS, V., ETTER, E., **DE GARINE-WICHATITSKY, M.**, HEATH, L. Bridge species, host contact and risk of spread of Avian Influenza viruses between maintenance and domestic avian compartments. Soumis *Preventive Veterinary Medicine*.
- AS3. ZVIDZAI, M., MURWIRA, A., NDAIMANI, H., CARON, A., **DE GARINE-WICHATITSKY, M.** A remote sensing- rainfall model to understand spatio-temporal dynamics of surface water in Southern African semi arid rangelands. Soumis *GeoCarto International*.
- AS4. MIGUEL, E., VALEIX, M., GROSBOIS, V., LOVERIDGE, A., CARON, A., STAPELKAMP, B., MACDONALD, D., **DE GARINE-WICHATITSKY, M.**, FRITZ, H. Does predator presence modulate the risk of pathogen transmission from wild to domestic herbivores at the edge of protected areas? Soumis, *Journal of Animal Ecology*, en révision.
- AS5. ZENGEYA, F., MURWIRA, A., **DE GARINE-WICHATITSKY, M.** Productivity and landscape structure differentially explain home range size of semi-free ranging cattle in a semi-arid landscape of Southern Africa. Soumis, *Journal of Arid Environments*.
- AS6. MIGUEL, E., BOULINIER, T., **DE GARINE-WICHATITSKY, M.**, FRITZ, H. GROSBOIS, V. Characterising African tick communities at a wild-domestic interface using repeated sampling protocols and model. Soumis *Acta Tropica*, en révision
- AS7. SMITZ, N., CORNELIS, D., CHARDONNET, P., CARON, A., **DE GARINE-WICHATITSKY, M.**, JORI, F., MELLETTI, M., KANAPECKAS, K., MARESCAUX, J., MICHAUX, J. Impact of ancient and recent habitat fragmentation on the genetic structure of southern African populations of buffalo (*Syncerus caffer caffer*).
- AS8. CARON, A., CAPPELLE, J., CUMMING, G., **DE GARINE-WICHATITSKY, M.**, GAIDET, N. Bridge hosts, a missing link for disease ecology in multi-host systems. Soumis *Proceeding of the Royal Society of London B*.
- AS9. CARON, A., CORNELIS, D., FOGGIN, C., HOFMEYER, M., **DE GARINE-WICHATITSKY, M.** Transboundary Conservation Areas, African Buffalo movements and Animal Diseases. Soumis *Emerging Infectious Diseases*.
- AS10. ZENGEYA, F., MURWIRA, A., **DE GARINE-WICHATITSKY, M.** Inference of herder presence from GPS collar data of semifree. Soumis *GeoCarto International*.

Ouvrages et chapitres d'ouvrages

Coéditeur d'ouvrage

- LEd1. "Transfrontier conservation areas. People living on the edge". ANDERSSON, J., **DE GARINE-WICHATITSKY, M.**, DZINGIRAI, V., GILLER, K. AND CUMMING, D. (Eds). Earthscan, London. 2013.

Coauteur de chapitres d'ouvrage

- L16. **DE GARINE-WICHATITSKY, M.**, BINOT, A., GARINE-WICHATITSKY, E., PERROTON, A., BASTIAN, S. Perceptions, savoirs et conflits autour de la santé de la Faune Sauvage. 2014 in press. S. MORAND, F. MOUTOU, C. RICHOMME, M. GAUTHIER-CLERC (Eds). Edition QUAE. In press.
- L15. KOCK, R., KOCK, M., **DE GARINE-WICHATITSKY, M.**, CHARDONNET, P. & CARON, A. Livestock and buffalo (*Syncerus caffer*) interfaces in Africa: ecology of disease transmission and implications for conservation and development. 2014 in press. In: M. MELLETTI, J. BURTON (Eds). Ecology, Evolution and Behaviour of Wild Cattle: Implications for Conservation. Cambridge University Press, Cambridge.
- L14. ANDERSSON, J., **DE GARINE-WICHATITSKY, M.**, DZINGIRAI, V., GILLER, K. AND CUMMING, D. 2013. People at wildlife frontiers in southern Africa. In, "Transfrontier conservation areas. People living on the edge". ANDERSSON, J., **DE GARINE-WICHATITSKY, M.**, DZINGIRAI, V., GILLER, K. AND CUMMING, D. (Eds). Earthscan, London: 1-11.
- L13. CUMMING, D., DZINGIRAI, V., **DE GARINE-WICHATITSKY, M.** 2013. Opportunities at the Edge. In, "Transfrontier conservation areas. People living on the edge". ANDERSSON, J., **DE GARINE-WICHATITSKY, M.**, DZINGIRAI, V., GILLER, K. AND CUMMING, D. (Eds). Earthscan, London: 163-191.
- L12. CUMMING, D., ANDERSSON, J., **DE GARINE-WICHATITSKY, M.**, DZINGIRAI, V. AND GILLER, K. 2013. Whither TFCAs and people on the edge in southern Africa? In, "Transfrontier conservation areas. People living on the edge". ANDERSSON, J., **DE GARINE-WICHATITSKY, M.**, DZINGIRAI, V., GILLER, K. AND CUMMING, D. (Eds). Earthscan, London: 192-203.
- L11. **DE GARINE-WICHATITSKY, M.**, FRITZ, H., CHAMINUKA, P., CARON, A., GUERBOIS, C., PFUKENYI, D., MATEMA, C., JORI, F., MURWIRA, A. 2013. Consequences of animals crossing the edges of Transfrontier Parks. In, "Transfrontier conservation areas. People living on the edge". ANDERSSON, J., **DE GARINE-WICHATITSKY, M.**, DZINGIRAI, V., GILLER, K. AND CUMMING, D. (Eds). Earthscan, London: 137-162.
- L10. MURWIRA, A., **M. DE GARINE-WICHATITSKY, F.** ZENGEYA, X. POSHIWA, S. MATEMA, A. CARON, C. GUERBOIS, E. HELLARD, H. FRITZ. 2013. Resource gradients and movements across the edge of transfrontier parks. In, "Transfrontier conservation areas. People living on the edge". ANDERSSON, J., **DE GARINE-WICHATITSKY, M.**, DZINGIRAI, V., GILLER, K. AND CUMMING, D. (Eds). Earthscan, London: 123-136.
- L09. CARON, A., **DE GARINE-WICHATITSKY, M.**, MORAND, S. 2012. Using the community of pathogens to infer inter-specific host epidemiological interactions at the wildlife/domestic interface. In: "New Frontiers in Molecular Epidemiology of Infectious Diseases". MORAND, S., BEAUDEAU F., CABARET J. (Eds), Springer, Heidelberg: 311-332.
- L08. **DE GARINE-WICHATITSKY, M.**, & HARRY, A. 2011. Focus on Feral Mammals. In : BOUCHET P., LE GUYADER, H. & PASCAL, O. (Eds). The Natural History of Santo, MNHN, Paris; IRD, Marseille; PNI, Paris: 483-487.
- L07. PASCAL, M., LORVELEC, O., BARRE, N., **DE GARINE-WICHATITSKY, M.**, & PIGNAL, M. 2011. Overview: Introduced Species, the "Good", the "Worrisome" and the "Bad". In :

- BOUCHET P., LE GUYADER, H. & PASCAL, O. (Eds). The Natural History of Santo, MNHN, Paris; IRD, Marseille; PNI, Paris: 476-479.
- L06. De MEEUS T., KOFFI B.B., BARRE N., **DE GARINE-WICHATITSKY M.**, DUCORNEZ S. & CHEVILLON C. 2010. Encadré 1.5 – Différenciation d'une population envahissante de tiques en deux populations, selon l'hôte (bovin ou cervidé sauvage). In: Les Invasions Biologiques, une Question de Natures et de Sociétés, BARBAULT, B. & ATRAMENTOWICZ, M. (Eds.), Edition Quae, Versailles : 33-34.
- L05. DUBE, T. MURWIRA, A., CARON, A. & **DE GARINE-WICHATITSKY, M.** 2010. Preliminary results on the permeability of veterinary fences to buffalo (*Syncerus caffer*) and cattle in Gonarezhou National Park, Zimbabwe. In: Ferguson, K. & Hanks, J. eds. Fencing Impacts: A review of the environmental, social and economic impacts of game and veterinary fencing in Africa with particular reference to the Great Limpopo and Kavango-Zambezi Transfrontier Conservation Areas. Pretoria: Mammal Research Institute : 228-232.
- L04. PASCAL, M., BARRE, N., **DE GARINE-WICHATITSKY, M.**, LORVELEC, O., FRETEY, T., BRESCIA, F., JOURDAN, H. 2006. Les peuplements néo-calédoniens de vertébrés : invasions, disparitions. In : Les espèces envahissantes dans l'archipel néo-calédonien, BEAUVAIS, M.-L., COLENO, A. & JOURDAN, H. (Eds). Paris, IRD Éditions : 111-162.
- L03. DE GARINE, I et **DE GARINE-WICHATITSKY, M.** 2006. The Hunter's Status in Northern Cameroon and New Caledonia. In: Hunting Food and Drinking Wine, PRINZ, A. (Ed.). Wiener ethnomedizinische Reihe Band 3. Lit Verlag: Wien, Münster: 235-250.
- L02. GARINE, E., LANGLOIS, O., RAIMOND, C. & **DE GARINE-WICHATITSKY, M.** 2003. Paysage fortuit ou nature construite ? Ecologie historique des savanes soudaniennes au nord Cameroun. In : Des milieux et des Hommes : fragments d'histoires croisées. MUXART, T., VIVIEN, F.D., VILLALBA, B. & BURNOUF, J. (Eds). Elsevier, Paris : 151-160.
- L01. BRESCIA, F., CHARDONNET, P., **DE GARINE-WICHATITSKY, M.** & JORI, F. 2002. Les élevages non conventionnels. In : Mémento de l'Agronome. CIRAD/GRET/MAE (Eds). Jouve, France : 1617-1646.

Chapitres d'actes de colloques édités

- Act08. **DE GARINE-WICHATITSKY, M.**, BARRE, N., BLANFORT, V., BRESCIA, F., CHAZEAU, J., FOGLIANI, B., JAFFRE, T., JOURDAN, H., MEYER, J. Y., PAPINEAU, C. & TASSIN, J. (2004) Altération de la biodiversité terrestre des îles françaises du Pacifique: effets de l'anthropisation et des invasions biologiques. Assises de la Recherche Française dans le Pacifique, pp. 89-96. Nouméa, Nouvelle Calédonie.
- Act07. **DE GARINE-WICHATITSKY, M.** 2005. Chasse et conservation de la biodiversité : savoirs naturalistes, usages et gestion des gibiers endémiques et introduits en Nouvelle-Calédonie. In : Weber, J. (Ed). Actes du Symposium IFB « Usages locaux de la biodiversité », Fréjus, septembre 2005 : 18-23.
- Act06. LANGLOIS, O., KOKOU, K., RAIMOND, C., GARINE, E., **DE GARINE-WICHATITSKY, M.**, GANOTA, B. 2010. Vers une caractérisation de l'empreinte des pratiques agricoles anciennes sur les formations ligneuses des savanes soudaniennes : premiers résultats de l'étude pluridisciplinaire menée à Djaba (Nord-Cameroun). In : C. Delhon, I. Théry-Parisot, S. Thiébault (eds). Des hommes et des plantes : exploitation du milieu et gestion des ressources végétales de la Préhistoire à nos jours, XXXe Rencontres internationales d'archéologie et d'histoire d'Antibes. Éditions APDCA, Antibes: 351-362.
- Act05. **DE GARINE-WICHATITSKY, M.** & SPAGGIARI, J. 2008. Alien plants in native sclerophyll forests of New Caledonia : the role of ungulates? In, BLANFORT, V. & ORAPA, W. (eds). Ecology, impacts and management of invasive plant species in pastoral areas. Proceedings of the regional workshop on invasive plant species in pastoral areas, 24 to 28 November 2003, Koné, New Caledonia: 85-89.
- Act04. BARRE, N., LE BOURGEOIS, T., **DE GARINE-WICHATITSKY, M.**, TASSIN, J. 2005. Stratégies et méthodes innovantes développées par la recherche dans les territoires français du pacifique et de l'océan indien occidental pour limiter l'impact des espèces envahissantes. Proceedings of the Caribbean Food Crops Society. 41(1): 89-95.
- Act03. SLUKA R., CHIAPPONE M., **DE GARINE-WICHATITSKY, M.**, SULLIVAN-SEALY, K.M. 1999. Benthic habitat characterization and space utilization by juvenile epinepheline groupers in the Exuma Cays Land and Sea Park, central Bahamas. Proceedings of the Gulf and Caribbean Fisheries Institute, 45: 23-36.

- Act02. LEVY, J.M., **DE GARINE-WICHATITSKY, M.**, SULLIVAN-SEALY, K.M. 1999. Accounts of ectoparasites of Epinepheline groupers in the Exuma Cays, Bahamas. *Proceedings of the Gulf and Caribbean Fisheries Institute*, 45: 418-432.
- Act01. SULLIVAN-SEALY, K.M, **DE GARINE-WICHATITSKY, M.** 1994. Energetics of juvenile *Epinephelus* groupers: impact of summer temperatures and activity patterns on growth rates. *Proceedings of the Gulf and Caribbean Fisheries Institute*, 43: 148-167.

Communications dans des conférences et ateliers internationaux

Communications orales

- CO59. **DE GARINE-WICHATITSKY, M.**, CARON, A., KOCK, R., TSCHOP R., MUNYEME, M. HOFMEYR, M., MICHEL, A. 2013. Bovine Tuberculosis In Wildlife In Africa: Where Is The Source Or The Sink At Wildlife/Livestock/Human Interfaces? 14th AITVM Conference, 25 – 29 August 2013, Johannesburg, South Africa.
- CO58. **DE GARINE-WICHATITSKY M.**, MWENJE E., CARON A., MUKAMURI B., MUNDY P., ETTER E., MUGABE P.H., MURWIRA A., FRITZ H. 2013. Research platform «production and conservation in partnership », promoting collaborative applied research and postgraduate training to study wild/domestic interfaces in southern Africa. 14th AITVM Conference, 25 – 29 August 2013, Johannesburg, South Africa.
- CO57. **DE GARINE-WICHATITSKY, M.**, CARON, A., KOCK, R., TSCHOP R., MUNYEME, M. HOFMEYR, M., MICHEL, A. 2013. Bovine tuberculosis in wildlife in Africa: where is the source or the sink at wildlife/livestock/human interfaces? Savanna Science Network Meeting, 4-9 March 2013, Skukuza, Kruger National Park. Communication orale.
- CO56. CORNELIS, D., CARON, A., MIGUEL E., TRAN, A.L., **DE GARINE-WICHATITSKY, M.**, 2013. An investigation of association and fusion-fission patterns in African buffalo (*Syncerus caffer caffer*) based on GPS telemetry. Savanna Science Network Meeting, 4-9 March 2013, Skukuza, Kruger National Park. Communication orale.
- CO55. SMITZ, N., D. CORNELIS, A. CARON, **M. DE GARINE-WICHATITSKY**, F. JORI, K.L. KANAPECKAS, P. CHARDONNET, M. MELLETTI, J. MICHAUX. 2013. Effect of habitat fragmentation on the genetic structure of southern African populations of African buffalo (*Syncerus caffer*). Savanna Science Network Meeting, 4-9 March 2013, Skukuza, Kruger National Park. Communication orale.
- CO54. **DE GARINE-WICHATITSKY, M.**, MIGUEL, E., MUKAMURI, B., GARINE-WICHATITSKY, E., WENCELIUS, J., PFUKENYI, D., CARON, A. 2013. Coexisting with wildlife in Transfrontier Conservation Areas in Zimbabwe: cattle owners' awareness of disease risks and perceptions of the role played by wildlife. Savanna Science Network Meeting, 4-9 March 2013, Skukuza, Kruger National Park.
- CO53. **DE GARINE-WICHATITSKY, M.**, E. MIGUEL, D. CORNELIS, F. ZENGEYA, V. GROSOIS, R. DUBOZ, A. MURWIRA, P. GANDIWA-ZISADZA, A. CARON. 2012. Measuring contacts between African buffalo and domestic cattle in the Great Limpopo Transfrontier Conservation Area: implications for modelling bovine tuberculosis spill-over between wild and domestic hosts. International Wildlife TB Conference, Skukuza, Kruger National Park, 9-12 September 2012. Co-Chairman de session 1B/Wildlife Reservoirs and Spill-Over Hosts. Communication orale.
- CO52. **DE GARINE-WICHATITSKY, M.**, MIGUEL, E., CORNELIS, D., GROSOIS, V., PFUKENYI, D.M., MUKAMURI, B., GOMO, C., CARON, A. 2012. Aires de conservation transfrontalières en Afrique australe et émergence de maladies à l'interface faune/bétail/homme. Wildlife Disease Association/European Wildlife Disease Association Conference, Lyon, 23-27 July 2012. Communication orale invitée.
- CO51. MUNDAVA, J., CARON, A., GAIDET, N., **DE GARINE-WICHATITSKY, M.**, MUNDY, P. 2011. Breeding seasonality of wild duck species and implications for avian influenza epidemiology: a Zimbabwean case study. 30th World Veterinary Congress, 10-14th of October 2011, Cape Town, South Africa. Communication orale.
- CO50. CARON, A., **DE GARINE-WICHATITSKY, M.**, MORAND, S. 2011 Ecology of Disease Transmission in Multi-host Systems. 30th World Veterinary Congress, 10-14th of October 2011, Cape Town, South Africa. Communication orale.
- CO49. CARON, A., **DE GARINE-WICHATITSKY, M.**, NDLOVU, M., CUMMING, G. S. 2011. Exploring the relation between avian communities and AIV ecology in Southern Africa using the epidemiological functional group concept. 30th World Veterinary Congress, 10-14th of October 2011, Cape Town, South Africa. Communication orale.

- CO48. CARON, A., GROSBOIS, V., ETTER, E., **DE GARINE-WICHATITSKY, M.** Risk of diffusion of a highly pathogenic avian influenza virus between wild and domestic avian compartments through wild birds in Zimbabwe. 30th World Veterinary Congress, 10-14th of October 2011, Cape Town, South Africa. Communication orale.
- CO47. ETTER, E., MBURUMU, J., PFUKENYI, D., **DE GARINE-WICHATITSKY, M.**, MATOPE, G. 2011. Bovine tuberculosis and brucellosis in humans at a wildlife/domestic animal/human interface in Zimbabwe. 30th World Veterinary Congress, 10-14th of October 2011, Cape Town, South Africa. Communication orale.
- CO46. **DE GARINE-WICHATITSKY, M.**, MIGUEL, E., JORI, F., HOFMEYR, M., PFUKENYI, D., FOGGIN, C., CARON, A. Prevalence of diseases at different wildlife/livestock interfaces in the Great Limpopo Transfrontier Conservation Area. 30th World Veterinary Congress, 10-14th of October 2011, Cape Town, South Africa. Communication orale.
- CO45. **DE GARINE-WICHATITSKY, M.**, H. FRITZ, V. DZINGIRAI, A. CARON, E. ETTER, G. MATOPE, A. MURWIRA, P. MUGABE, B. MUKAMURI, P. TITTONELL, E. MWENJE. 2011. Research Platform "Production and Conservation in Partnership": promoting collaborative applied research and postgraduate training to study wild/domestic interfaces in Southern Africa. World Veterinary Congress, 11-13 October 2011, Cape Town, South Africa. Communication orale.
- CO44. CARON, A., JORI, F., THOMPSON, P., PFUKENYI, D., **DE GARINE-WICHATITSKY, M.** & HEATH, L. 2011. CORUS FMD Vaccination trial in Zimbabwe: still preliminary results! Final CORUS FMD Meeting, 4-5th of May 2011, Skukuza, KNP, South Africa. Communication orale.
- CO43. CARON, A., MIGUEL, E., JORI, F., HOFMEYR, M., PFUKENYI, D., FOGGIN, C., **DE GARINE-WICHATITSKY, M.** 2011. Bovine tuberculosis survey in buffalo and cattle in the Great Limpopo Transfrontier Conservation Area. Bovine Tuberculosis Meeting, Skukuza, Kruger National Park, 6th of May 2011. Communication orale.
- CO42. PERROTTON, A., A. BINOT, S. LE BEL & **M. DE GARINE-WICHATITSKY**. 2011. Providing and sharing legal bush meat to local communities in Southern Africa: studies and lessons from Zimbabwe. FOOD SHARING, 31st ICAF conference, Lasseube, March 31st to April 2nd 2011. Communication orale.
- CO41. **DE GARINE-WICHATITSKY, M.**, MURWIRA, A., PFUKENYI, D., CARON, A., MUNDY, P., FRITZ, H., MWENJE, E. 2011. Activities of the Research Platform Production and Conservation in Partnership (RP-PCP) on wildlife-livestock interface in the SE lowveld of Zimbabwe: outputs after 3 years. 11th AHEAD-GLTFCA Working Group Meeting. 2-4 March, 2011, Mopane Camp, Kruger National Park. Communication orale.
- CO40. **DE GARINE-WICHATITSKY, M.**, MIGUEL, E., CORNÉLIS, D., GROBOIS, V., FOGGIN, C., JORI, F., HOFMEYR, M. AND CARON, A. 2011. Contacts between domestic cattle and African buffalo in the Great Limpopo Transfrontier Conservation Area: potential for disease spread. Savanna Science Network Meeting 2-4 March, 2011, Mopane Camp, Kruger National Park. Communication orale.
- CO39. CARON, A., MIGUEL, E., JORI, F., HOFMEYR, M., PFUKENYI, D., FOGGIN, C. AND **DE GARINE-WICHATITSKY, M.** 2011. Prevalence of diseases at different wildlife/livestock interfaces in the Great Limpopo Transfrontier Conservation Area. Savanna Science Network Meeting, 2-4 March, 2011, Mopane Camp, Kruger National Park. Communication orale.
- CO38. CARON, A., **DE GARINE-WICHATITSKY, M.**, GAIDET N., ABOLNIK C., CUMMING G.S. 2011. Estimating and validating a dynamic risk factor model for pathogen transmission using community-level bird census data : avian influenza at the waterfowl/domestic bird interface in Zimbabwe : [Abstract]. *EcoHealth*, 7 (suppl.) : 164 (p. S121) International One Health Congress. 1, 2011-02-14/2011-02-16, Victoria, Australie. Communication orale.
- CO37. CARON, A., **DE GARINE-WICHATITSKY, M.**, GOMO C., FOGGIN C., MIGUEL E. 2011. Emergence of bovine tuberculosis in wildlife in Southern Africa : a threat for livestock : [Abstract]. *EcoHealth*, 7 (suppl.) : 161 (p. S66) International One Health Congress. 1, 2011-02-14/2011-02-16, Victoria, Australie. Communication orale.
- CO36. CARON, A., **DE GARINE-WICHATITSKY, M.**, MORAND S. 2011. Parasite community ecology and epidemiological interactions at the wildlife/domestic/human interface : can we anticipate emerging infectious diseases in their hotspots? : [Abstract]. *EcoHealth*, 7 (suppl.) : 163 (p. S24) International One Health Congress. 1, 2011-02-14/2011-02-16, Victoria, Australie. Communication orale.
- CO35. CARON, A., CUMMING, G. S., ABOLNIK, C., CHIWESHE, N., **DE GARINE-WICHATITSKY, M.** 2010. A community approach to explore host-pathogen interactions at the wildlife/domestic interface: Avian Communities and Avian Influenza in a Zimbabwean Ecosystem. Labovet and Mesures d'Urgence Closure Meeting, 27-29 January 2010, Bamako, Mali. Communication orale.
- CO34. CARON, A., HEATH, L., PFUKENYI, D., **DE GARINE-WICHATITSKY, M.**, THOMSON, P., JORI, F. 2010. Evaluation of vaccination efficiency against FMD and virus circulation in cattle populations at

- the wildlife/livestock interface within the Zimbabwean lowveld. CORUS Meeting, 22-23 February 2010, Hazyview, South Africa. Communication orale.
- CO33. CARON, A., MORAND, S., **DE GARINE-WICHATITSKY, M.** 2010. Using the community of pathogens to infer interspecific epidemiological interactions at the wildlife-domestic interface: a tool for exploring emerging diseases's processes in their hotspots. 10th AHEAD meeting, 24-27 February 2010, Hazyview, South Africa. Communication orale..
- CO32. **DE GARINE-WICHATITSKY, M.**, CARON, A., MURWIRA A., ZENGEYA, F., ZVIDZAI M., DUBE, T., GOMO, C., PFUKENYI D., ZISADZA P. 2010. Activities of the Research Platform Production and Conservation in Partnership (RP-PCP) on wildlife-livestock interface in the SE lowveld of Zimbabwe: an overview and updates on disease prevalence and contacts between wild and domestic ungulates. 10th AHEAD meeting, 24-27 February 2010, Hazyview, South Africa. Communication orale.
- CO31. GEOGHEGAN, C., LOVEMORE, M., CARON, A., CUMMING D., GETZ, W., **DE GARINE-WICHATITSKY, M.**, ROBERTSON, M., CAMERON, E., 2010. Pathogens, Parks and People: Assessing the Role of Disease in Trans-Frontier Conservation Area Development. 10th AHEAD meeting, 24-26 February 2010, Hazyview, South Africa.
- CO30. CARON, A., CUMMING GS, ALBONIK, C, CHIWESHE N., **DE GARINE-WICHATITSKY, M.** 2009. A community approach to explore host-pathogen interactions at the wildlife/domestic interface: avian communities and avian influenza in a Zimbabwean ecosystem. ISVEE, Durban, 10-15 Août 2009. Communication orale.
- CO29. CARON, A., GOMO C., JOMANE L., PFUKENYI D., FOGGIN C., HOVE T., **DE GARINE-WICHATITSKY, M.** 2009. Wildlife-livestock interface in the SE lowveld of Zimbabwe: first results on disease prevalence in wild and domestic ungulates. 9th AHEAD meeting, 4-6 Mars 2009, Namaacha, Mozambique. Communication orale.
- CO28. CHEVALIER, V, CARON, A., OLIVE, MM., REYNES, J.M., **DE GARINE-WICHATITSKY, M.** 2009. Impact of the wildlife on Rift Valley fever epidemiology. OIE Séminaire Régional pour le control et la lutte contre la Fièvre de la Vallée du Rift en Afrique Australe. Bloemfontein, South Africa, 16-18 Février 2009. Communication orale.
- CO27. CHEVILLON C, **DE GARINE-WICHATITSKY M**, BARRE N, KOFFI BB, ARANTHAU C, DURAND P, DE MEEUS T. 2009. Invasion, adaptation dynamics and host-race formation in *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*: epidemiological and ecological processes explained by population genetics analyses.TTP6 Conference (Tick and Tick-borne Pathogens VI), Buenos Aires, 21-26 septembre 2009. Communication orale.
- CO26. **DE GARINE-WICHATITSKY, M.**, GOMO C., JOMANE L., PFUKENYI D., HOVE T., FOGGIN C., CARON, A. 2009. Prevalence of main diseases in wild and domestic ungulates at three contrasted wildlife/livestock interfaces in the South East Lowveld of Zimbabwe. ISVEE, Durban, 10-15 Août 2009. Communication orale.
- CO25. **DE GARINE-WICHATITSKY, M.**, ZENGEYA F., ZVIDZAI M., MURWIRA A., ZISADZA P., CARON, A. 2009. Wildlife-livestock interface in the SE lowveld of Zimbabwe: first results on distribution and contacts between wild and domestic ungulates. 9th AHEAD meeting, 4-6 Mars 2009, Namaacha, Mozambique. Communication orale.
- CO24. LANGLOIS, O., KOKOU, K., GANOTA, B., **DE GARINE-WICHATITSKY, M.**, GARINE, E., RAIMOND, C. 2009. Vers une caractérisation de l’empreinte des pratiques agricoles anciennes sur les formations ligneuses des savanes soudaniennes: premiers résultats de l’étude pluridisciplinaire menée à Djaba (Nord-Cameroun). XXXe Rencontres internationales d'archéologie et d'histoire d'Antibes : « Des hommes et des plantes : exploitation du milieu et gestion des ressources végétales de la Préhistoire à nos jours ». 22-24 octobre 2009, à Antibes-Juan-les-Pins, France. Communication orale.
- CO23. CARON, A., FRITZ, H., MORAND, S., **DE GARINE-WICHATITSKY, M.** 2008. Network of Interaction, Geographic Mosaic of Coevolution and Community Ecology: Sanitary Risk at the Wildlife / Livestock Interface. Meeting of the two GDRs on Biodiversity and Sustainable Use in the context of Global Change - Madagascar and Southern Africa at the Corum and CNRS, 3rd November 2008, Montpellier, France. Communication orale.
- CO22. **DE GARINE-WICHATITSKY, M.** 2006. Importance socioculturelle du cerf rusa en Nouvelle-Calédonie. Communication orale. Atelier Rusa 2006. 30 novembre-1er décembre 2006. Koné, Nouvelle-Calédonie.
- CO21. **DE GARINE-WICHATITSKY, M.** 2006. Impacts du cerf rusa en Nouvelle-Calédonie. Communication orale. Atelier Rusa 2006. 30 novembre-1er décembre 2006. Koné, Nouvelle-Calédonie.
- CO20. **DE GARINE-WICHATITSKY, M.** 2006. Outils de gestion du cerf rusa en Nouvelle-Calédonie. Communication orale. Atelier Rusa 2006. 30 novembre-1er décembre 2006. Koné, Nouvelle-Calédonie.

- CO19. **DE GARINE-WICHATITSKY, M.** 2006. Introduced ungulates and native sclerophyll forests of New Caledonia: impacts and control impacts? Ecology across the Tasman. 3rd joint NZES/ESA conference. Communication orale. 28 August-1st September 2006. Wellington, New Zealand.
- CO18. **DE GARINE-WICHATITSKY, M., ROQUES-ROGERY, G.** 2005. Rusa deer *Cervus timorensis* in New Caledonia : overview of current research and management. Communication orale. Invasive Animals Cooperative Research Centre Workshop: What are the issues for the management of wild deer in Australia? Communication orale. 9-10th November 2005, Canberra, Australie.
- CO17. **DE GARINE-WICHATITSKY, M.** 2005. Chasse et conservation de la biodiversité : savoirs naturalistes, usages et gestion des gibiers endémiques et introduits en Nouvelle-Calédonie. Communication orale. Actes du Symposium IFB « Usages locaux de la biodiversité », Fréjus, septembre 2005. Actes pp 18-23.
- CO16. **DE GARINE-WICHATITSKY, M., BARRE, N., BLANFORT, V., BRESCIA, F., CHAZEAU, J., FOGLIANI, B., JAFFRE, T., JOURDAN, H., MEYER, J-Y, PAPINEAU, C. & TASSIN, J.** 2005. Altération de la biodiversité terrestre des îles françaises du Pacifique: effets de l'anthropisation et des invasions biologiques. Assises de la recherche Française dans le Pacifique. Communication orale. 24-26 août 2004. Nouméa, Nouvelle-Calédonie. Actes pp. 89- 96.
- CO15. **BARRE, N., BLONDEL, J., CHAZEAU, J., COLIN, F., DELAY, B., FELDMANN, P., FOGLIANI, B., DE GARINE-WICHATITSKY, M., JOURDAN, H., LILLE, D., MATHERON, G., MEYER, J.Y., REYNAUD, B., TASSIN, J.** 2004. Synthèse thème 2. Ecosystèmes terrestres : biodiversité et valorisation des ressources. Assises de la Recherche Française dans le Pacifique. 24-26 août 2004. Nouméa, Nouvelle-Calédonie. Communication orale. Actes p. 276.
- CO14. **DE GARINE-WICHATITSKY, M., CHARDONNET, P. & DE GARINE, I.** 2004 *sous presse*. Management of introduced game species in New Caledonia : reconciling biodiversity conservation and resource use? 6th International Wildlife Ranching Symposium. Communication orale. 6-9 juillet 2004, Paris.
- CO13. **DE GARINE-WICHATITSKY, M., SPAGGIARI, J.** 2008. Alien plants in native sclerophyll forests of New Caledonia : the role of ungulates? Communication orale. Atelier de travail régional sur les plantes envahissantes des espaces pastoraux, 24-28 novembre 2003, Koné, Nouvelle Calédonie.
- CO12. **DE GARINE-WICHATITSKY, M.** 2004. Impacts des ruminants sur les forêts sèches : Ennemis ou alliés pour la restauration ? Communication orale. Séminaire Restauration des Forêts Sèches, 10-12 Mai 2004, Nouméa.
- CO11. **DE GARINE-WICHATITSKY, M. & DE GARINE, I.** 2005 *sous presse*. Predation and Conservation : case studies from three countries, Zimbabwe, Cameroon and New Caledonia. XV Conférence ICEAS 2K3 "Humankind/Nature interaction : past, present and future". Communication orale. Florence, 5-12 juillet 2003.
- CO10. **DE GARINE, I. et DE GARINE-WICHATITSKY, M.** 2003 "Aspects of the Hunter's Status : Examples from Africa and New Caledonia". Communication orale. XIX Congress of the International Commission for the Anthropology of Food (ICAF) "Hunting food ? Drinking wine". Communication orale. Poysdorf, Autriche. 2-5 décembre 2003.
- CO09. **DE GARINE-WICHATITSKY, M., DUNCAN, P., LABBE, A., SUPRIN, B., CHARDONNET, P. and MAILLARD, D.** 2002. Diet of rusa deer *Cervus timorensis rusa* in New Caledonia : are the endemic plants defenceless against this introduced eruptive ruminant ? 5^{ième} Conférence Internationale sur la Biologie du Cerf. 25-30 Août 2002, Québec, Canada.
- CO08. **MAILLARD, J.C., MAUDET, F., PIRY, S., THEVENON, S., BONNET, A., FONTAINE, C., SAUZIER, J., CHARDONNET, P., DE GARINE-WICHATITSKY, M.** 2002. Genetic analysis of insular Rusa deer (*Cervus timorensis rusa*) populations in Mauritius and New Caledonia. Communication orale. 5^{ième} Conférence Internationale sur la Biologie du Cerf. 25-30 Août 2002, Québec, Canada.
- CO07. **DE GARINE-WICHATITSKY, M.** 2002. Le cerf rusa (*Cervus timorensis rusa*) en Nouvelle-Calédonie : une espèce envahissante valorisée par l'élevage. Actes de la journée Espèces Envahissantes du CIRAD. CIRAD, Montpellier. Janvier 2002. pp 24-25.
- CO06. **DE GARINE-WICHATITSKY, M.** 2002. Adult tick burdens and habitat use of sympatric wild and domestic ungulates in a mixed ranch of Zimbabwe: no evidence of a direct relationship. 6th biennial conference, Society for Tropical Veterinary Medicine, 1st joint STVM/WDA Conference. Communication orale. July 2001, Pilanesberg National Park, South Africa.
- CO05. **BARRÉ, N., BIANCHI, M., DE GARINE-WICHATITSKY, M.** 2002. Effect of the association of cattle and rusa deer (*Cervus timorensis rusa*) on the maintenance of a viable cattle tick *Boophilus microplus* population. Communication orale. 6th biennial conference, Society for Tropical Veterinary Medicine, 1st joint STVM/WDA Conference. July 2001, Pilanesberg National Park, South Africa.

- CO04. **DE GARINE-WICHATITSKY, M.**, 2000. Assessing infestation risk by vectors : spatial and temporal distribution of African ticks at the scale of a landscape. Communication orale. 5th biennial conference, Society for Tropical Veterinary Medicine, Juin 1999, Key West, USA.
- CO03. **DE GARINE-WICHATITSKY, M.**, H. FRITZ & S. DUCORNEZ. 1997. Habitat use as a factor influencing cattle tick burdens. Communication orale. International Conference on Tick-Borne Pathogens at the Host-Vector Interface (THPI), Kruger National Park, South Africa. August 28-September 1, 1995 : 429-437.
- CO02. FRITZ, H., **de GARINE-WICHATITSKY, M.**, G. LETESSIER, S. DUCORNEZ & E. CHIPARO. 1994. Influence of cattle presence on the foraging behaviour of impala. Communication orale. International Symposium on Wild and Domestic Ruminants in Extensive Systems, Berlin, October 3-5. p. 106-112.
- CO01. FRITZ, H., S. DUCORNEZ, **de GARINE-WICHATITSKY, M.** & E. CHIPARO. 1994. Importance of browse for cattle in woodlands of Zimbabwe. Communication orale. International Symposium on Wild and Domestic Ruminants in Extensive Systems, Berlin, October 3-5. p. 177-184.

Communications affichées

- P22. ZISHIRI S., MUKAMURI B., CARON A., **DE GARINE-WICHATITSKY M.** 2013. Effect of improved macro-economic regime on small-scale farmers' capacity to access and manage cattle in Sengwe Communal Land, Zimbabwe". 2013. 14th AITVM Conference, 25 – 29 August 2013, Johannesburg, South Africa.
- P21. FRITZ H., **DE GARINE-WICHATITSKY M.**, CHAMAILLE-JAMES C. et al. 2013. Effects of increasing aridity and drought frequency on biodiversity dependent savanna socio-ecological systems: scenarios for a surface water driven protected area (Hwange National Park) and its periphery. Savanna Science Network Meeting, 4-9 March 2013, Skukuza, Kruger National Park. Poster.
- P20. **DE GARINE-WICHATITSKY M.**, MWENJE E, MANJENGWA J. et al. 2013. Research platform «Production and Conservation in Partnership », promoting collaborative applied research and postgraduate training to study wild/domestic interfaces in southern Africa. Savanna Science Network Meeting, 4-9 March 2013, Skukuza, Kruger National Park. Poster.
- P19. SMITZ, N., D. CORNELIS, A. CARON, M. **DE GARINE-WICHATITSKY**, F. JORI, K.L. KANAPECKAS, P. CHARDONNET, M. MELLETTI, J. MICHAUX. 2012. Effect of habitat loss on austral African populations of Cape buffalo (*Syncerus caffer caffer*) based on microsatellite analysis. 86th Annual Conference of the German Society of Mammalogy, Frankfurt, Germany, 4-8 September. Poster.
- P18. MIGUEL, E., GROSBOIS, V., CARON, A., BOULINIER, T., CORNELIS, D., FRITZ, H., JORI, F., **DE GARINE-WICHATITSKY, M.** 2012. Wildlife-livestock interactions: frequency of contact and incidence of foot-and-mouth disease in cattle populations at the periphery of protected areas in southern Africa. Conference on FMD, OIE/FAO, Bangkok, June 2012. Poster.
- P17. JORI, F., CARON, A., THOMPSON, P.N., DWARKA, R., FOGGIN, C., **DE GARINE-WICHATITSKY, M.**, HOFMEYR, M., VAN HEERDEN, J., HEATH, L. 2012. Monitoring foot and mouth disease virus dynamics within the Great Limpopo Transfrontier Conservation Area (GLTFCA). Conference on FMD, OIE/FAO, Bangkok, June 2012. Poster.
- P16. MIGUEL E., CORNELIS D., GROSBOIS V., GELY M., BOULINIER T., FRITZ H., BENHAMOU S., **DE GARINE-WICHATITSKY, M.** 2010. A telemetry-based investigation of the risks of disease transmission from wildlife to cattle at the interface between protected and pastoral areas in Zimbabwe : [Poster abstract P48/09]. In : Jean-Claude Bertrand, Anne Bonis, Thierry Caquet, Alain Franc, Eric Garnier, Isabelle Olivieri, Christophe Thébaud, Jacques Roy (Eds). Premier Colloque national d'écologie scientifique, Montpellier, 2-4 septembre 2010. Poster.
- P15. CARON, A., **DE GARINE-WICHATITSKY, M.**, GAIDET N., CHIWESHE N., CUMMING G. S. 2010. Estimating dynamic risk factors for pathogen transmission using community-level bird census data. [Poster abstract P48/09]. In : eds Jean-Claude Bertrand, Anne Bonis, Thierry Caquet, Alain Franc, Eric Garnier, Isabelle Olivieri, Christophe Thébaud, Jacques Roy. Premier Colloque national d'écologie scientifique, Montpellier, 2-4 septembre 2010. Poster.
- P14. CARON, A., HEATH, L., PFUKENYI, D., **DE GARINE-WICHATITSKY, M.**, JORI, F. 2010. FMD vaccination trial and viral circulation at a wildlife/livestock interface in the South-East Lowveld of Zimbabwe. FMD International Symposium and Workshop, 12-14th of April 2010, Melbourne, Australia. Poster.
- P13. CARON, A., PFUKENYI, D., MURWIRA, A., NJAGU, C., **DE GARINE-WICHATITSKY, M.** 2010. Seasonal and spatial patterns of Foot-and-Mouth Disease outbreaks in domestic cattle at the

- wildlife/livestock interface in Zimbabwe with particular attention to the South East Lowveld (1997-2006). FMD International Symposium and Workshop, 12-14th of April, Melbourne, Australia, 2010. Poster.
- P12. **DE GARINE-WICHATITSKY, M.**, PFUKENYI, D., ZISADZA, P., BODY, G., MAKWANGUDZE, J., CARON, A. 2010. Seroprevalence of Foot-and-Mouth disease at the wildlife/livestock interface in the South-east Lowveld of Zimbabwe: influence of home range overlap. FMD International Symposium and Workshop, 12-14th of April, Melbourne, Australia, 2010. Poster.
- P11. ZENGEYA, F., MURWIRA, A., **DE GARINE-WICHATITSKY, M.** 2010. Rangeland utilization within the home range of cattle in the dry season, Malipati Communal Land, Zimbabwe. 10th AHEAD meeting, 24-27 February 2010, Hazyview, South Africa. Poster.
- P10. ZVIDZAI, M., MURWIRA, A., **DE GARINE-WICHATITSKY, M.** 2010. Waterhole use patterns by wild and domestic herbivores in and around Gonarezhou National Park. Poster. 10th AHEAD meeting, 24-27 February 2010, Hazyview, South Africa. 10th AHEAD meeting, 24-27 February 2010, Hazyview, South Africa. Poster.
- P09. MUNDAVA J., MUNDY P., CARON, A., COUTO T., COUTO F., **DE GARINE-WICHATITSKY, M.** 2009. Seasonal trends in waterbird numbers, community structure and species diversity in Lakes Chivero and Manyame (Zimbabwe), 1993-2003. Second Pan-European Duck Symposium, 23-25 Mars 2009, Montpellier, France. Poster.
- P08. MUNDAVA, J., MUNDY P., CARON, A., GAIDET, N. COUTO T., COUTO F., **DE GARINE-WICHATITSKY, M.** 2009. An ecological approach to estimating the risks of introduction, maintenance and spread of avian influenza viruses in the Chivero and Manyame Ecosystem. ISVEE, Durban, 10-15 Août 2009. Poster.
- P07. BRESCIA, F., **DE GARINE-WICHATITSKY, M.**, POTTER, M.A., HURLIN, J.C.D., PAPINEAU, C.G. 2007. Impacts of invasive rodents on native faunas and floras of New Caledonian dry forests. Conférence "Rats, Humans, & Their Impacts on Islands: Integrating Historical and Contemporary Ecology". 27-31 March 2007. University of Hawaii. Poster.
- P06. **DE GARINE-WICHATITSKY, M.**, BARRE, N., BRESCIA, F., CANEL, F., DEMMER, C., DE GARINE, I., SPAGGIARI, J. 2005: Chasse et conservation de la biodiversité en Nouvelle-Calédonie : synergie ou antagonisme ? Poster. Conférence Biodiversité, Science et Gouvernance. 24-28 janvier 2005. Paris, France.
- P05. **DE GARINE-WICHATITSKY, M.**, SPAGGIARI, J. 2004. Impact du cerf rusa (*Cervus timorensis rusa*) sur la forêt sèche de Nouvelle-Calédonie. Assises de la recherche Française dans le Pacifique. Poster. 24-26 août 2004. Nouméa, Nouvelle-Calédonie.
- P04. **DE GARINE-WICHATITSKY, M.**, ROQUES-ROGERY, G., BERGON, S., BASTIANELLI, D., SPAGGIARI, J., LECOMTE, P., DUCORNEZ, S. & BARRE, N. 2004. Facts from faeces of wild rusa deer in New Caledonia : a review of current information on population monitoring, diet analysis, and parasites. 6th International Wildlife Ranching Symposium. Poster. 6-9 juillet 2004, Paris.
- P03. **DE GARINE-WICHATITSKY, M.**, LECOMTE, P., SOUBEYRAN, Y., GUERIN, H., MAILLARD, D., DUNCAN, P., TOUTAIN, B. 2002. Régime alimentaire et profils nutritionnels fécaux : mises au point méthodologiques pour le suivi du comportement alimentaire des ruminants sauvages et domestiques de Nouvelle-Calédonie. Poster. 3^{ème} Rencontres autour de Recherches sur les Ruminants, Paris, Décembre 2002.
- P02. DUCORNEZ, S., **DE GARINE-WICHATITSKY, M.**, BARRE, N., UILENBERG, G., CAMICAS, J.L. 2002. Tick reference collection of late Dr P.C. Morel : a tool for tick taxonomists and veterinarians. Poster. 6th biennial conference, Society for Tropical Veterinary Medicine, 1st joint STVM/WDA Conference. July 2001, Pilanesberg National Park, South Africa.
- P01. DUCORNEZ, S., DESVARS, A., BARRE, N. & **M. DE GARINE-WICHATITSKY.** 2005. Epidemiology of intestinal parasitism in sheep herds in New Caledonia and detection of Resistance to anthelmintics. Poster. New Zealand.

Contributions internet et articles Grand Public

- DE GARINE-WICHATITSKY, M.** Février 2007. Cerf : halte à l'envahisseur. Le Pays Magazine n°15.
- DE GARINE-WICHATITSKY, M.** & FRITZ, H. Octobre 2001. Ecologie des systèmes multiespèces Faune – Bétail : Compétition et/ou complémentarité ? In : Plate-forme électronique francophone « Initiative Elevage, Environnement et Développement », Initiative LEAD (Livestock, Environment and Development) ; <http://www.virtualcentre.org/fr/frame.htm>
- BARRE, N., BIANCHI, M. & **DE GARINE-WICHATITSKY, M.** 2002. Cerfs et bovins, une association intéressante pour lutter contre les tiques ? La Calédonie Agricole, 94: 10-13.

DE GARINE-WICHATITSKY, M. 2002. Les cerfs sont-ils dangereux pour l'environnement calédonien ?
Palabre coutumier (revue semestrielle des aires coutumières), N°8 Juillet/Aout 2002. 16-23.

III. FICHES SYNTHETIQUES DE QUELQUES ETUDIANTS AVEC LESQUELS J'AI COLLABORE

CALVIN GOMO

MPhil, UZ/Faculty of Veterinary Sciences 2007- 2010

Encadrant principal : Dr D. Pfukenyi; co-superviseur : Dr M. De Garine-Wichatitsky

C'est dans le courant de l'année 2007, une période particulièrement difficile au Zimbabwe du fait de la crise économique et politique, que j'ai rencontré Calvin Gomo, employé par le laboratoire central des services vétérinaires du Zimbabwe à Harare, où il était affecté au service en charge du diagnostic bactériologique. Calvin a été recruté dans le cadre du premier appel à candidature lancé par la plateforme de recherche RP-PCP, sur un sujet de Master recherche (Mphil) intitulé « A survey of tuberculosis and brucellosis in wild and domestic animals in the SEL of Zimbabwe », que j'ai codirigé avec le Dr D. Pfukenyi de la Faculté des Sciences Vétérinaires de UZ.

Le contexte général de ces travaux était essentiellement exploratoire, car très peu d'informations pour le Zimbabwe étaient disponibles sur la brucellose (hormis les élevages laitiers) et la tuberculose bovine n'était pas mentionnée chez le bétail. Le but était donc de faire un bilan sanitaire pour ces deux maladies chez des populations de bétail vivant en contact plus ou moins rapproché avec les animaux sauvages du parc National de Gonarezhou. Lors des enquêtes de terrain dans le lowveld en collaboration avec Calvin, les prélèvements effectués sur le bétail et sur la faune du parc (buffles, koudous, impalas) ont révélé les premiers cas de tuberculose bovine chez des buffles au Zimbabwe (cf Ref A21, CO37) ainsi que l'absence de cette maladie (pour l'instant) chez les bovins sympatriques. Les résultats ont également démontré la prévalence élevée de la brucellose dans certaines populations de bétail (cf Ref A27), sans que le lien avec la proximité de l'aire protégée puisse être établi de manière certaine (cf Ref A25, A30, CO32, CO29).

Calvin a soutenu sa thèse de MPhil à Harare le 26 Novembre 2010. Il a depuis été recruté par l'Université de Chinhoyi (Zimbabwe), comme *lecturer* pour le département de *Animal Science*.

- A29. CARON, A., MIGUEL, E., **GOMO, C.**, JOMANE, L., PFUKENYI, D., HOVE, T., FOGGIN, C. & DE GARINE-WICHATITSKY, M. 2013. Infection burden of ungulate populations living at the wildlife/livestock interface within the Great Limpopo Transfrontier Conservation Area in Zimbabwe. *Epidemiology and Infections*. 141: 1522–1535
- A27. **GOMO, C.**, MUSARI, S., DE GARINE-WICHATITSKY, M., CARON, A., PFUKENYI, D. M. VAN HEERDEN, H. (2012) Detection of *Brucella abortus* in Chiredzi district in Zimbabwe. *Onderstepoort Journal of Veterinary Science*. 79(1). doi:10.4102/ojvr.v79i1.417
- A25. **GOMO, C.**, DE GARINE-WICHATITSKY, M., CARON, A., PFUKENYI, D. 2012. Survey of brucellosis at the wildlife–livestock interface on the Zimbabwean side of the Great Limpopo Transfrontier Conservation Area. *Trop Anim Health Prod.*, 44: 77-85
- A21. DE GARINE-WICHATITSKY, M., CARON, A., **GOMO, C.**, FOGGIN, C., DUTLOW, K., PFUKENYI, D., LANE, E., LE BEL, S., HOFMEYR, M., HLOKWE, T., MICHEL, A. 2010. Bovine Tuberculosis in Buffaloes, Southern Africa. *Emerging Infectious Diseases*, 16 (5): 884-885.
- CO37. CARON, A., DE GARINE-WICHATITSKY, M., **GOMO, C.**, FOGGIN C., MIGUEL, E. 2011. Emergence of bovine tuberculosis in wildlife in Southern Africa : a threat for livestock : [Abstract]. Oral communication. EcoHealth, 7 (suppl.) : 161 (p. S66) International One Health Congress. 1, 2011-02-14/2011-02-16, Victoria, Australie.
- CO32. DE GARINE-WICHATITSKY, M., CARON, A., MURWIRA, A., ZENGEYA, F., ZVIDZAI, M., DUBE, T, **GOMO, C.**, PFUKENYI D, ZISADZA P. 2010. Activities of the Research Platform Production and Conservation in Partnership (RP-PCP) on wildlife-livestock interface in the SE lowveld of Zimbabwe: an overview and updates on disease prevalence and contacts between wild and domestic ungulates. Oral communication. 10th AHEAD meeting, 24-27 February 2010, Hazyview, South Africa.
- CO29. CARON, A., **GOMO, C.**, JOMANE, L., PFUKENYI D., FOGGIN C., HOVE T., DE GARINE-WICHATITSKY, M. 2009. Wildlife-livestock interface in the SE lowveld of Zimbabwe: first results on disease prevalence in wild and domestic ungulates. Communication orale. 9th AHEAD meeting, 4-6 Mars 2009, Namaacha, Mozambique.

ALEXANDRE CARON

PhD, University of Pretoria, Mammals Research Institute, 2007- 2011

Superviseur : Dr E. Cameron (U. Pretoria); Encadrant principal : Dr M. De Garine-Wichatitsky (CIRAD); Co-superviseurs : Prof. D. Cumming (UZ), Dr S. Morand (CNRS)

A mon arrivée au Zimbabwe début 2007, j'ai eu la chance de rejoindre l'équipe du Cirad/AGIRs d'Harare, au sein de laquelle Alexandre avait été affecté mi-2006, dans le cadre du démarrage du projet FSP-GRIPAVI sur la grippe aviaire. Alexandre débutait son PhD à l'Université de Pretoria, et m'a sollicité pour intervenir dans le cadre de ses travaux de thèse, pour laquelle j'ai finalement joué le rôle d'encadrant principal. Notre collaboration s'est tout d'abord focalisée sur l'écologie de la transmission des virus faiblement pathogènes de grippe aviaire dans les systèmes mixtes associant des oiseaux sauvages et domestiques. Alexandre possédait toutes les compétences ornithologiques requises, mon rôle consistant essentiellement en un appui pour la définition des protocoles, les analyses et la valorisation de ces travaux. Nous avons également collaboré sur un autre modèle biologique, les ongulés sauvages et domestiques, qui était un de mes principaux centres d'intérêt. Enfin, les résultats des travaux que nous avons menés sur ces deux modèles nous ont permis d'aborder des questions théoriques sur la transmission des pathogènes dans les systèmes complexes multi-hôtes/multi-pathogènes, mais également les implications pratiques de ces résultats pour l'amélioration de la surveillance et le contrôle des maladies émergentes.

Notre travail a notamment abouti à :

- La confirmation que les virus de grippe aviaire peuvent persister dans les communautés d'oiseaux sauvages en Afrique australe (Cf Ref ci-dessous A23), ce qui contredit l'hypothèse généralement avancée que les migrateurs (notamment paléarctiques) sont nécessaires pour le maintien des infections par l'introduction régulières de souches eurasiennes.
- Une caractérisation des risques de transmission des virus de grippe aviaire entre les oiseaux sauvages et les poulets domestiques (basse-cour et élevages intensifs) et les autruches d'élevages (Cf Ref A17 et A22).
- La démonstration de l'émergence de la tuberculose bovine chez les buffles du Zimbabwe, diffusée à partir des buffles d'Afrique du sud (Cf Ref A21).
- Une évaluation de l'efficacité de la vaccination contre la fièvre aphteuse et la circulation des souches chez les populations de bovins et de buffles du lowveld du Zimbabwe (Cf Ref A34).
- Une comparaison de la prévalence de plusieurs maladies entre des populations de bovins ayant des contacts plus ou moins fréquents avec des populations d'herbivores sauvages potentiellement réservoirs (Cf Ref A29).
- Le développement de concepts théoriques concernant la transmission de pathogènes dans les systèmes multi-hôtes/multi-pathogènes, et l'utilisation des communautés partagées de pathogènes comme proxy des risques de transmission entre populations d'hôtes (Cf Ref L09).
- L'utilisation des deux concepts pour améliorer la compréhension de la transmission des virus de grippe aviaire au sein de communautés d'oiseaux sauvages, notamment par l'identification des groupes d'oiseaux peu étudiés jusqu'à présent (Cf Ref A28).

Alexandre a soutenu sa thèse de DPhil début 2012. Il a été recruté par le Cirad (UPR22_AGIRs) en 2010, et il a pris une part de plus en plus active dans la coordination et l'animation de la RP-PCP depuis qu'il a été élu co-coordonateur en Février 2011, et co-animateur Cirad en 2013.

Alexandre a été un étudiant exceptionnellement doué, dynamique et prolifique (6 articles, 4 chapitres d'ouvrages et plus de 25 communications durant sa thèse). Notre collaboration en tant que chercheur se poursuit au sein de l'UR AGIRs du Cirad, pour encore longtemps, je l'espère !

ALEXANDRE CARON (SUITE)

- A034. JORI, F., **CARON, A.**, THOMPSON, P. N., PFUKENYI, D., DE GARINE-WICHATITSKY, M., HEATH, L. 2014 in press. Monitoring of FMD viruses circulation in the Zimbabwe: implications for the GLTFCA and the region. In press, *Transboundary & Emerging Diseases*
- A030. MUNDAVA, J., **CARON, A.**, GAIDET, N., COUTO, F., COUTO, T., DE GARINE-WICHATITSKY, M., MUNDY, P. 2012. Factors influencing long-term and seasonal waterbird abundance and composition at two adjacent lakes in Zimbabwe. *Ostrich*, 83 (2): 69-77
- A029. **CARON, A.**, MIGUEL, E., GOMO, C., MAKAYA, P., PFUKENYI, D., HOVE, T., FOGGIN, C., DE GARINE-WICHATITSKY, M. 2013. Relationship between burden of infection in ungulate populations and wildlife/livestock interfaces. *Epidemiology and Infections*. 141: 1522–1535
- A028. **CARON, A.**, DE GARINE-WICHATITSKY, M., NDLOVU, M., CUMMING, G. S. (2012). Linking avian communities and avian influenza ecology in Southern Africa using epidemiological functional groups. *Veterinary Research*, 43:73 <http://www.veterinaryresearch.org/content/43/1/73>
- A027. GOMO, C., MUSARI, S., DE GARINE-WICHATITSKY, M., **CARON, A.**, PFUKENYI, D. M., VAN HEERDEN, H. 2012 Detection of *Brucella abortus* in Chiredzi district in Zimbabwe. *Onderstepoort Journal of Veterinary Research*, 79(1).doi:10.4102/ojvr.v79i1.417
- A025. GOMO, C., DE GARINE-WICHATITSKY, M., **CARON, A.**, PFUKENYI, D. 2012. Survey of brucellosis at the wildlife–livestock interface on the Zimbabwean side of the Great Limpopo Transfrontier Conservation Area. *Trop Anim Health Prod.*, 44: 77-85
- A023. **CARON, A.**, ABOLNIK, C., MUNDAVA, J., GAIDET, N., BURGER, C.E., MOCHOTLHOANE, B., BRUINZEEL, L., CHIWESHE, N., DE GARINE-WICHATITSKY, M., CUMMING, G. S. 2010. Persistence of Low Pathogenic Avian Influenza Virus in Waterfowl in an African Ecosystem. *EcoHealth* 8(1):109-115
- A022. **CARON, A.**, DE GARINE-WICHATITSKY, M., GAIDET, N., CHIWESHE, N., CUMMING, G. S. 2010. Estimating dynamic risk factors for pathogen transmission using community-level bird census data at the wildlife/domestic interface. *Ecology and Society* 15(3): 25
- A021. DE GARINE-WICHATITSKY, M., **CARON, A.**, GOMO, C., FOGGIN, C., DUTLOW, K., PFUKENYI, D., LANE, E., LE BEL, S., HOFMEYR, M., HLOKWE, T., MICHEL, A. 2010. Bovine Tuberculosis in Buffaloes, Southern Africa. *Emerging Infectious Diseases*, 16 (5): 884-885.
- A017. **CARON, A.**, GAIDET, N., DE GARINE- WICHATITSKY, M., MORAND, S., CAMERON, E. 2009. Evolutionary Biology, Community Ecology and Avian Influenza. *Infection, Genetics and Evolution*, 9 (2) : 298-303
- L09. **CARON, A.**, DE GARINE-WICHATITSKY, M., MORAND, S. 2012. Using the community of pathogens to infer inter-specific host epidemiological interactions at the wildlife/domestic interface. In: “New Frontiers in Molecular Epidemiology of Infectious Diseases”. MORAND, S., BEAUDEAU F., CABARET J. (Eds), Springer, Heidelberg: 311-332
- B07. **CARON, A.**, CUMMING, G.S., MUNDAVA, J., CHIWESHE, N., MUNDY, P., DE GARINE-WICHATITSKY, M. 2012. Report on a five-year avian influenza survey in the manyame catchment. *Honeyguide*, 58(2): 113-120

+ 25 communications orales ou affichées dans des conférences ou ateliers (voir liste détaillée du CV)

FADZAI ZENGEYA

PhD, UZ/Geography and Environmental Sciences 2010 - en cours
Encadrant principal Dr A. Murwira; co-superviseur : Dr M. De Garine-Wichatitsky

C'est dans le cadre du projet PARSEL financé en 2008 par l'UE que j'ai pu mettre en pratique l'idée d'utiliser les mêmes méthodes télémétriques (colliers GPS) sur les animaux domestiques et sur la faune, pour suivre simultanément leurs mouvements avec la même méthodologie et mieux caractériser leurs interactions. Deux projets de thèses ont ainsi été élaborés en 2009 : i) sur les déterminants des déplacements des bovins en périphérie d'une aire protégée du Zimbabwe (Gonarezhou NP), en collaboration avec le Département de Géographie de l'UZ ; ii) sur le comportement spatial des buffles et la transmission de maladies infectieuses, avec le CNRS (voir ci-après Thèse E. Miguel).

Fadzai Zengeya a ainsi été recrutée en 2009 sur un sujet intitulé « Understanding the distribution of cattle at the livestock-wildlife interface using real-time Global Positioning Systems (GPS) and satellite remotely sensed data », que j'ai co-dirigé avec le Dr A. Murwira (encadrant principal). Le projet était inscrit initialement comme Master recherche (Mphil), mais il a été « surclassé » en PhD en 2010 par le « Committee for Higher Education » de l'UZ, après validation des progrès remarquables réalisés la première année.

Ce travail s'est donc focalisé sur les mouvements du bétail vivant en périphérie du Parc National de Gonarezhou (SE du Zimbabwe), dans la zone communale de Malipati. Les principaux résultats de ce travail de recherche, toujours en cours, ont consisté en : i) un premier article méthodologique sur les méthodes les plus appropriées pour la description du domaine vital des bovins (Cf A24, L10, P11) ; ii) un deuxième article sur une méthode télémétrique de l'estimation de la distribution de l'azote à l'échelle des paysage dans le Lowveld du Zimbabwe ; iii) une analyse des variations saisonnières des préférences d'habitat des bovins (Cf Ref A35, CO25); iv) une analyse (en préparation) des stratégies des éleveurs concernant la conduite des troupeaux .

Fadzai a obtenu en 2011 le Prix international UNESCO-L'Oréal « Young women in Life Sciences », qui a financé son accueil pendant 6 mois dans un laboratoire de télédétection en Afrique du Sud. Elle a par ailleurs été recrutée en 2012 comme enseignante (« Teaching assistant ») par le Département de Géographie de UZ.

- A035. **ZENGEYA, F., MURWIRA, A., DE GARINE-WICHATITSKY, M.** 2014 in press. Seasonal habitat selection and space use by a semi-free range herbivore in a heterogeneous savanna landscape. In press, *Austral Ecology*.
- A024. **ZENGEYA, F., MURWIRA, A., de GARINE-WICHATITSKY, M.** 2011. An IKONOS based evaluation of cattle home ranges (HRs) and utilization distributions (UDs) estimated by the Kernel density estimator and the Local convex hull (LoCoH). *Int. J. Remote Sensing*, 32(22): 7805-7826
- AS5. **ZENGEYA, F., MURWIRA, A., DE GARINE-WICHATITSKY, M.** Productivity and landscape structure differentially explain home range size of semi-free ranging cattle in a semi-arid landscape of Southern Africa. Soumis, *Geocarto International*
- L10. **MURWIRA, A., DE GARINE-WICHATITSKY, M., ZENGEYA, F., POSHIWA, X., MATEMA, S., CARON, A., GUERBOIS, C., HELLARD, E., FRITZ, H.** 2013. Resource gradients and movements across the edge of transfrontier parks. In, "Transfrontier conservation areas. People living on the edge". **ANDERSSON, J., DE GARINE-WICHATITSKY, M. DZINGIRAI, V., GILLER, K. AND CUMMING, D.** (Eds). Earthscan, London
- CO32 **DE GARINE-WICHATITSKY, M., CARON, A., MURWIRA, A., ZENGEYA, F., ZVIDZAI, M., DUBE, T, GOMO, C., PFUKENYI D, ZISADZA P.** 2010. Activities of the Research Platform Production and Conservation in Partnership (RP-PCP) on wildlife-livestock interface in the SE lowveld of Zimbabwe: an overview and updates on disease prevalence and contacts between wild and domestic ungulates. Oral communication. 10th AHEAD meeting, 24-27 February 2010, Hazyview, South Africa
- CO25. **DE GARINE-WICHATITSKY, M., ZENGEYA F., ZVIDZAI M., MURWIRA A., ZISADZA P., CARON, A.** 2009. Wildlife-livestock interface in the SE lowveld of Zimbabwe: first results on distribution and contacts between wild and domestic ungulates. 9th AHEAD meeting, 4-6 Mars 2009, Namaacha, Mozambique. Communication orale.
- P11. **ZENGEYA, F., MURWIRA, A., DE GARINE-WICHATITSKY, M.** 2010. Rangeland utilization within the home range of cattle in the dry season, Malipati Communal Land, Zimbabwe. Poster. 10th AHEAD meeting, 24-27 February 2010, Hazyview, South Africa.

EVE MIGUEL

Thèse, U. Montpellier II/ED SIBAGHE, CIRAD/CNRS, 2010- 2012

Encadrant principal : Dr M. De Garine-Wichatitsky ; co-encadrants Dr T. Boulinier (CNRS-CEFE) et Dr H. Fritz (CNRS-LBBE)

La thèse de Eve Miguel a été initiée grâce aux travaux que nous menons depuis plusieurs années en étroite collaboration avec H. Fritz du CNRS/LBBE dans le cadre de la plateforme de recherche « Production et Conservation en Partenariat ». Financée par le projet ANR-FEAR, coordonné par le CNRS, et par le projet EU-PARSEL coordonné par le CIRAD, cette thèse analyse les contacts interspécifiques et les risques de transmission de pathogènes entre les herbivores sauvages et domestiques vivant en sympatrie à la périphérie des aires protégées. Ce travail pluridisciplinaire, associant l'écologie et l'épidémiologie, a été réalisé sur trois sites d'interface entre une aire protégée et sa périphérie (Gonarezhou NP/Malipati Communal Land, Kruger NP/Pesvi Communal Land et Hwange NP/Dete Communal Land), caractérisés par une pression de prédation et une fréquence de contacts variables entre la faune et le bétail.

Les principaux résultats obtenus par les travaux menés dans le cadre de cette thèse (tous ne sont pas détaillés dans le manuscrit de thèse) sont : i) une estimation de la fréquence de contacts directs et indirects, par télémétrie, entre les troupeaux de buffles et des troupeaux de bovins sélectionnés (Cf CO40, P16), notamment les variations dans le temps (saisons) et dans l'espace (association avec des ressources fourragères et points d'eau) ; ii) la démonstration d'une relation entre la fréquence de contacts interspécifiques et l'incidence de maladies chez ces populations de bovins en contact avec les buffles (notamment la fièvre aphteuse ; Cf A3, P18 ; mais également la tuberculose bovine A35, CO53 et autres pathogènes A35) ; iii) le rôle possible joué par la pression de prédation (lion), susceptible de modifier les patrons de contacts entre les bovins et les buffles, et donc les risques de transmission de pathogènes (Cf article AS4) ; iv) une comparaison de l'abondance des tiques (larves) dans la végétation à proximité des points d'eau situés à l'intérieur d'une aire protégée (Hwange NP), dans la zone d'interface et dans une zone communale adjacente (Cf AS4) ; v) une analyse des réseaux de contacts entre troupeaux de bovins du site de Malipati, permettant d'identifier des troupeaux/groupes de troupeaux de bovins susceptibles de jouer un rôle particulier dans la diffusion des épidémies (e.g. fièvre aphteuse) ainsi qu'une étude de la perception des risques sanitaires par les éleveurs (cf A31).

Eve a soutenu sa thèse mi-décembre 2012, et elle a débuté un post-doc en modélisation épidémiologique début janvier 2013 à l'Imperial College of London.

- A033. **MIGUEL, E.**, GROSBOIS, V., CARON, A., CORNELIS, D., BOULINIER, T., FRITZ, H., FOGGIN, C., MAKAYA, P., TSHABALALA, P., DE GARINE-WICHATITSKY, M. 2013. Contacts and foot and mouth disease transmission from wild to domestic bovines in Africa. *Ecosphere*, 4(3):51. <http://dx.doi.org/10.1890/ES12-00239.1>
- A031. DE GARINE-WICHATITSKY, M., **MIGUEL, E.**, MUKAMURI, B., GARINE-WICHATITSKY, E., WENCELIUS, J., PFUKENYI, D., CARON, A. 2013. Coexisting with wildlife in Transfrontier Conservation Areas in Zimbabwe: cattle owners' awareness of disease risks and perception of the role played by wildlife. *Comparative Immunology and Microbiology of Infectious Diseases*, 36: 321– 332
- A029. CARON, A., **MIGUEL, E.**, GOMO, C., MAKAYA, P., PFUKENYI, D., HOVE, T., FOGGIN, C., DE GARINE-WICHATITSKY, M. 2013. Relationship between burden of infection in ungulate populations and wildlife/livestock interfaces. *Epidemiology and Infections*, 141: 1522– 1535
- AS4. **MIGUEL, E.**, VALEIX, M., GROSBOIS, V., LOVERIDGE, A., CARON, A., STAPELKAMP, B., MACDONALD, D., DE GARINE-WICHATITSKY, M., FRITZ, H. Does predator presence modulate the risk of pathogen transmission from wild to domestic herbivores at the edge of protected areas? Soumis, *Journal of Animal Ecology*
- AS6. **MIGUEL, E.**, BOULINIER, T., DE GARINE-WICHATITSKY, M., FRITZ, H., GROSBOIS, V. Characterising African tick communities at a wild-domestic interface using repeated sampling protocols and model. Soumis *Acta Tropica*

- CO53. DE GARINE-WICHATITSKY, M., **E. MIGUEL**, D. CORNELIS, F. ZENGEYA, V. GROSBOIS, R. DUBOZ, A. MURWIRA, P. GANDIWA-ZISADZA, A. CARON. 2012. Measuring contacts between African buffalo and domestic cattle in the Great Limpopo Transfrontier Conservation Area: implications for modelling bovine tuberculosis spill-over between wild and domestic hosts. International Wildlife TB Conference, Skukuza, Kruger National Park, 9-12 September 2012.
- CO52. DE GARINE-WICHATITSKY, M., **MIGUEL, E.**, CORNÉLIS, D., GROSBOIS, V., PFUKENYI, D.M., MUKAMURI, B., GOMO, C., CARON, A. 2012. Aires de conservation transfrontalières en Afrique australe et émergence de maladies à l'interface faune/bétail/homme. Wildlife Disease Association/European Wildlife Disease Association Conference, Lyon, 23-27 July 2012. Communication orale invitée.
- CO46. DE GARINE-WICHATITSKY, M., **MIGUEL, E.**, JORI, F., HOFMEYR, M., PFUKENYI, D., FOGGIN, C., CARON, A. Prevalence of diseases at different wildlife/livestock interfaces in the Great Limpopo Transfrontier Conservation Area. 30th World Veterinary Congress, 10-14th of October 2011, Cape Town, South Africa. Communication orale
- CO43. CARON, A., **MIGUEL, E.**, JORI, F., HOFMEYR, M., PFUKENYI, D., FOGGIN, C., DE GARINE-WICHATITSKY, M. Bovine tuberculosis survey in buffalo and cattle in the Great Limpopo Transfrontier Conservation Area. Bovine Tuberculosis Meeting, Skukuza, Kruger National Park, 6th of May 2011. Communication orale
- CO40. DE GARINE-WICHATITSKY, M, **MIGUEL, E**, CORNÉLIS, D, GROBOIS, V, FOGGIN, C, JORI, F, HOFMEYR, M, CARON A. 2011. Contacts between domestic cattle and African buffalo in the Great Limpopo Transfrontier Conservation Area: potential for disease spread.. 2-4 March, 2011, Mopane Camp, Kruger National Park. Communication orale
- CO39. CARON, A, **MIGUEL, E**, JORI, F, HOFMEYR, M, PFUKEYNI, D, FOGGIN, C, DE GARINE-WICHATITSKY, M. 2011. Prevalence of diseases at different wildlife/livestock interfaces in the Great Limpopo Transfrontier Conservation Area. 2-4 March, 2011, Mopane Camp, Kruger National Park. Communication orale
- CO37. CARON A., DE GARINE-WICHATITSKY, M., GOMO C., FOGGIN C., **MIGUEL, E.** 2011. Emergence of bovine tuberculosis in wildlife in Southern Africa : a threat for livestock : [Abstract]. EcoHealth, 7 (suppl.) : 161 (p. S66) International One Health Congress. 1, 2011-02-14/2011-02-16, Victoria, Australie. Communication orale
- P18. **MIGUEL, E.**, GROSBOIS, V., CARON, A., BOULINIER, T., CORNELIS, D., FRITZ, H., JORI, F., DE GARINE-WICHATITSKY, M. 2012. Wildlife-livestock interactions: frequency of contact and incidence of foot-and-mouth disease in cattle populations at the periphery of protected areas in southern Africa. Conference on FMD, OIE/FAO, Bangkok, June 2012. Poster.
- P16. **MIGUEL, E.**, CORNELIS D., GROSBOIS V., GELY M., BOULINIER T., FRITZ H., BENHAMOU S., DE GARINE-WICHATITSKY, M. 2010. A telemetry-based investigation of the risks of disease transmission from wildlife to cattle at the interface between protected and pastoral areas in Zimbabwe : [Poster abstract P48/09]. In : Jean-Claude Bertrand, Anne Bonis, Thierry Caquet, Alain Franc, Eric Garnier, Isabelle Olivieri, Christophe Thébaud, Jacques Roy (Eds). Premier Colloque national d'écologie scientifique, Montpellier, 2-4 septembre 2010. Poster

ARTHUR PERROTON

2011-2012_Master, Muséum d'Histoire Naturelle de Paris, CIRAD/UZ

Encadrant principal : Dr M. De Garine-Wichatitsky ; co-encadrant Dr B. Mukamuri (UZ-CASS),
Référént scientifique Dr S. Bahuchet (MNHN)

2012-en cours_Thèse, U. Montpellier II/ED SIBAGHE, CIRAD/CNRS

Directeur de thèse : Prof D. McKey (UM2), Encadrant principal : Dr M. De Garine-Wichatitsky ; co-encadrants : Dr H. Fritz (CNRS-LBBE) et Dr C. Le Page (CIRAD)

Mon chemin a croisé celui d'Arthur pour la première fois en 2010 à l'occasion de son stage de Master Pro « Productions Animales en Région Chaude » qu'il effectuait au Zimbabwe dans le cadre du projet PARSEL. Nous avons peu interagi lors de son séjour au Zimbabwe car il travaillait avec un autre membre de l'équipe CIRAD et son stage nécessitait de longs séjours sur le terrain. Mais nous avons commencé à travailler dans un deuxième temps en préparant une communication pour un congrès sur la distribution de la viande de brousse, qui utilisait en partie les données collectées lors de son stage (Cf CO42).

Durant l'année scolaire 2011-2012, Arthur effectue un nouveau Master 2 en anthropologie, avec le Muséum d'Histoire Naturelle de Paris. Il me sollicite pour son stage, qu'il effectue en collaboration avec B. Mukamuri (U. Zimbabwe) et H. Fritz (CNRS/LBBE), sur la perception des changements climatiques par deux populations vivant en périphérie du parc de Hwange (Cf Perroton, 2012).

Le projet ANR-SAVARID, qui a pour ambition d'analyser et de proposer des scénarios d'évolution de l'anthropo-écosystème de Hwange et de sa périphérie sous contrainte de l'aridification annoncée à la faveur des changements climatiques, nous offre l'opportunité de collaborer à nouveau avec Arthur dans le cadre d'une thèse. Cette thèse pluridisciplinaire, associant les sciences humaines, l'écologie et la modélisation est codirigée par D. McKey (UM2/CNRS-CEFE), H. Fritz (CNRS-LBBE), C. Le Page (CIRAD-GREEN) et moi-même en tant qu'encadrant principal. La thèse analysera et modélisera les dynamiques écologiques et sociales des différents acteurs afin de répondre aux questions suivantes: i) Comment sont perçus les changements climatiques par les populations locales, les acteurs de la conservation de la biodiversité et les acteurs du développement en périphérie du Parc national de Hwange ? ii) la dépendance par rapport aux ressources naturelles des ménages et des systèmes de production, et leurs capacités d'adaptation aux changements climatiques, varient-elle en fonction de l'appartenance ethnique, de leur lieu d'implantation, de leurs stratégies agricoles ou de leur ancienneté dans la zone ? Quel sera alors l'impact de l'aridification sur les ménages ? iii) sur quoi reposent les stratégies adaptatives des acteurs locaux par rapport aux aléas climatiques, qu'elles soient individuelles ou collectives ? Les stratégies adaptatives utilisées dans le passé le seront-elles également dans le futur ? iv) Comment prendre en compte les stratégies des éleveurs-agriculteurs et des gestionnaires des aires protégées pour minimiser les impacts de l'aridification sur les intérêts de chacun et favoriser l'émergence de nouveaux systèmes de production ?

L16. DE GARINE-WICHATITSKY, M., BINOT, A., GARINE-WICHATITSKY, E., **PERROTON, A.**, BASTIAN, S. Perceptions, savoirs et conflits autour de la santé de la Faune Sauvage. 2014 in press. S. MORAND, F. MOUTOU, C. RICHOMME, M. GAUTHIER-CLERC (Eds). Edition QUAE. In press

CO42. **PERROTON, A.**, A. BINOT, S. LE BEL & M. DE GARINE-WICHATITSKY. 2011. Providing and sharing legal bush meat to local communities in Southern Africa: studies and lessons from Zimbabwe. FOOD SHARING, 31st ICAF conference, Lasseube, March 31st to April 2nd 2011. Communication orale

PERROTON, A. 2012. La pluie, les récoltes, les oiseaux et les ancêtres. Perception de l'environnement et du climat par deux groupes ethniques partageant un même espace. Mémoire de Master2 Evolution, Patrimoine et Société, MNHN/AgroParisTech.

IV. PARCOURS SCIENTIFIQUE

Mon parcours scientifique n'est pas linéaire, ayant abordé, souvent simultanément et parfois en alternance, **trois domaines de recherche principaux en zone tropicale : l'écologie de la faune et des animaux domestiques, la parasitologie de la faune et des animaux domestiques, et l'écologie humaine**. Ainsi qu'il est détaillé ci-dessous, j'ai suivi une formation initiale en tant que vétérinaire, spécialisé en pathologie tropicale et en productions animales en régions chaudes. J'ai ensuite poursuivi mes études par un cursus universitaire en écologie, DEA suivi d'une thèse à l'U. Montpellier II. J'ai donc bénéficié d'une formation académique pour mes deux thèmes de recherche principaux, l'écologie et la parasitologie des systèmes particuliers associant des animaux sauvages et domestiques. Mais, pour ce qui concerne l'écologie humaine, je n'ai pas bénéficié d'une formation académique classique, et c'est sur le terrain que j'ai acquis quelques techniques et compétences, en ayant la chance de côtoyer et de collaborer avec des praticiens des sciences humaines. C'est donc en toute humilité que je présenterai certains résultats des travaux que j'ai menés en collaboration avec des anthropologues. J'avais d'ailleurs initialement envisagé d'occulter ces travaux de ce mémoire d'HDR, par souci de cohérence. Mais, étant donné les (humbles) ambitions multidisciplinaires que je nourris pour mes futurs travaux, et en constatant en compilant ma liste d'articles et de communications qu'un certain nombre relevaient plus des sciences humaines que des « sciences inhumaines », j'ai pris la décision de les inclure dans ce mémoire, à vocation résolument multidisciplinaire.

Après avoir terminé mes études vétérinaires (E.N.V. d' Alfort, 1992) et effectué quelques remplacements dans des cabinets vétérinaires, je collabore pour la première fois avec le CIRAD en 1993, à l'occasion de mon stage de DESS/Production Animales en Régions Chaudes, effectué au Zimbabwe sur l'écologie et la gestion des systèmes mixtes faune-bétail. L'année suivante (1994), j'effectue mon stage de DEA/Ecologie et Evolution (U. Montpellier II) suivi d'un Volontariat du Service National (début 1995 à mi-1996) toujours dans la même équipe du CIRAD (ex-EMVT, programme Econap). Cette période de formation par la recherche au Zimbabwe fut très fertile d'un point de vue scientifique (premières publications dans des revues à comité de lecture A1 & A2, premières communications dans des conférences internationales CO01 & CO02) mais également d'un point de vue opérationnel (première expertise pour l'Union Européenne). C'est durant cette période que j'ai été découvert les systèmes mixtes faune-bétail d'Afrique australe, associant des herbivores sauvages et domestiques sur les mêmes espaces de savanes arborées. **Ces premiers travaux de recherche**, sous la direction de H. Fritz et F. Monicat, **se sont focalisés sur la distribution spatiale et le comportement alimentaire des ongulés sauvages et domestiques vivant en sympatrie**.

Entre fin 1996 et 1999, j'effectue ma thèse de Doctorat à l'Université Montpellier II (après obtention d'une bourse du MESR) sous la codirection du Pr G. Uilenberg (CIRAD) et du Dr F.

Renaud (CNRS). Dans un contexte expérimental parfois difficile (infrastructures très limitées sur mon site d'étude, incertitudes sur la pérennité d'un dispositif faune/bétail soumis à des contraintes de production) et des moyens limités, j'ai bénéficié d'une large autonomie pour mener mes travaux sur **les interactions écologiques et la transmission de parasites (tiques) entre la faune et le bétail** (Cf Ref A04, A09, CO03, CO04). Rétrospectivement, au vu de l'importance que les maladies émergentes liées à la faune ont pris sur la scène scientifique internationale (et pour le CIRAD en particulier), ce travail sur les interactions écologiques et épidémiologiques entre les ongulés sauvages et domestiques était précurseur. J'ai bénéficié à cette époque du soutien des Drs D. Cuisance et F. Monicat qui avaient (déjà) **une vision éclairée de la santé animale, intégrant les pathogènes et leurs hôtes dans une approche écosystémique, soumis à l'influence de dynamiques écologiques, sociales et économiques**. Durant cette période, j'ai également poursuivi mes travaux sur **l'écologie des ongulés sauvages**, notamment sur le comportement alimentaire et la dynamique des populations des impalas et des grands kudus (Cf Ref A12, A10), et **sur la perception de la faune par les populations locales et la fourniture de viande de brousse** (Cf Ref B2, B1).

J'ai été recruté en CDI au CIRAD en novembre 1999, au sein du programme Econap dirigé par le Dr F. Monicat. Dès janvier 2000, je suis affecté en Nouvelle-Calédonie au sein de l'Institut Agronomique néo-Calédonien (IAC) pour y diriger les activités de recherche menées sur le cerf rusa. A la tête d'une petite équipe, je mène **des activités de recherche i) sur l'impact des cerfs rusa introduits sur la biodiversité (endémique) de Nouvelle-Calédonie, et ii) sur la gestion des espèces de gibiers introduits et endémiques avec les populations mélanésiennes et européennes**. Entre 2000 et 2006, j'ai développé le réseau de partenaires (représentants coutumiers des tribus kanak, associations de chasse et de protection de l'environnement, éleveurs de cerfs) tout en étoffant le portefeuille d'activités par des expertises (provinces Sud et Nord), des activités de formation (accueil de 4 stagiaires de Master, cours donnés en Master), et la coordination ou la participation à plusieurs projets de recherche. Je coordonne tout d'abord le projet « Cerfs rusa et milieux naturels de Nouvelle-Calédonie » (financé par le programme Ecofor, 2000-2003) **qui permet d'établir un premier bilan des impacts des cerfs rusa introduits sur les plantes endémiques des forêts humides et des forêts sèches de Nouvelle-Calédonie** (Cf Ref L04, CO12, CO19, CO18, P05). Simultanément, je réalise plusieurs études dans le cadre du programme Conservation des Forêts Sèches (www.foretseche.nc/), sur l'écologie et la gestion des cerfs dans les forêts sèches de Nouvelle-Calédonie : i) détermination des **préférences alimentaires des cerfs rusa** (Cf Ref A14, B3, CO09), notamment **en fonction des caractéristiques chimiques et physiques des plantes** (Cf Ref A07, A16, A18) ; ii) **distribution et utilisation de l'habitat par les cerfs sauvages en Nouvelle-Calédonie, par des études télémétriques** (Cf Ref A15) et **génétiques** (Cf Ref A19, CO08) ; iii) **mise au point d'indicateurs pour le suivi-évaluation des populations de cerfs rusa et de leurs impacts sur les forêts sèches** (CO20, CO18).

Je collabore également durant cette période avec mes collègues de l'Institut Agronomique néo-Calédonien (N. Barré et S. Ducornez) aux recherches menées sur la lutte contre les tiques, notamment dans le cadre du projet 'Invasion de la Nouvelle Calédonie par la tique *Boophilus microplus*' coordonné par T. de Meeûs et C. Chevillon (CNRS-GEMI). Ces travaux sur le système Tique/Bovin/Cerf rusa en Nouvelle-Calédonie nous ont permis de démontrer : i) **le rôle d'hôte secondaire joué par le cerf rusa pour la tique *R. (B) microplus***, par rapport aux bovins (Cf Ref A11, CO05) ; ii) **l'acquisition de résistance aux acaricides** face à la pression de sélection exercée par les méthodes de lutte chimiques employées (Cf Ref A13) ; iii) **l'apparition de lignées de tiques génétiquement différenciée en fonction des hôtes** (Cf Ref A20, L06). Ces résultats originaux ont fait l'objet **d'une synthèse** qui illustre comment les outils de génétiques des populations peuvent permettre d'analyser des processus épidémiologiques et écologiques impliqués dans les invasions biologiques (Cf Ref A26, CO27).

Par ailleurs, l'obtention fin 2003 d'un projet pluridisciplinaire financé par l'Institut Français pour la Biodiversité (2004-2006), et ma participation à l'expédition Santo 2006, m'ont permis d'explorer une autre facette des relations Homme-Nature, à travers la chasse pratiquée par les populations mélanésiennes et européenne de Nouvelle-Calédonie, et les populations mélanésiennes du Vanuatu. Les résultats de ces travaux menés en étroite collaboration avec des anthropologues (CNRS, U. Nanterre, IRD) ont permis de démontrer : i) **l'importance nutritionnelle des gibiers introduits (cerfs rusa et cochons sauvages) pour les communautés rurales kanak et caldoches** (Cf Ref CO17, CO22); ii) **l'importance culturelle des gibiers endémiques (Notous, *Ducula goliath*, et roussettes *Pteropus spp*) pour les kanaks, et de la chasse en général en Nouvelle-Calédonie et au Vanuatu** (Cf Ref L08, Act7) ; iii) **les opportunités et les difficultés pour concilier la chasse et la conservation de la biodiversité en Nouvelle-Calédonie** (Cf Ref B05, CO19, CO14).

D'un point de vue scientifique, cette « période néo-calédonienne » 2000-2006 m'a donc permis d'approfondir mes recherches sur mes trois thématiques principales: i) l'écologie des ongulés sauvages, notamment par des **études sur le comportement alimentaire et spatial des cerfs rusa, en intégrant notamment la dimension des phénomènes invasifs et de la conservation de la biodiversité endémique impactée par les cerfs**; ii) la **compréhension des mécanismes permettant l'invasion par un ectoparasite (tique) d'un nouvel écosystème, notamment par le biais d'une étude génétique**; iii) la **prise en compte dans la mise en place de plans de gestion des valeurs culturelles et nutritionnelles associées aux espèces chassées pour les populations locales**. Avant de quitter la Nouvelle-Calédonie, j'ai organisé en décembre 2006 un séminaire international sur la gestion du cerf rusa, au cours duquel j'ai présenté les résultats des travaux menés depuis 2000, qui a permis de tirer le bilan scientifique et technique avec un panel d'experts internationaux, métropolitains et néo-calédoniens.

En Janvier 2007, débute une nouvelle étape de ma carrière, avec le franchissement d'un palier supplémentaire dans la prise de responsabilité et la participation au management d'équipes de recherche, qui coïncide avec une volonté **d'intégration pluridisciplinaire des différentes questions scientifiques qui me tiennent à cœur**. De retour au Zimbabwe, dans un contexte politique et économique difficile, **je prends en charge le montage et la coordination d'un dispositif de recherche en partenariat franco-zimbabwéen à vocation régionale, la plateforme de recherche « Production et Conservation en Partenariat » (RP-PCP ; www.rp-pcp.org/)**. Dans un premier temps, mon travail a consisté à finaliser le projet scientifique, élaborer et faire signer les accords institutionnels entre les partenaires, et sécuriser auprès des bailleurs les financements pour le fonctionnement de la RP-PCP et l'établissement d'un appel d'offre interne compétitif pour le financement de projets de Masters zimbabwéens. En plus de mes activités de recherche (notamment en santé animale à l'interface faune-bétail), de formation (co-encadrement de 4 thèses et 6 MPhil) et d'expertises de plus ou moins longue durée (UE, Polynésie Française, FAO/OIE/OMS/BM/UNICEF...), j'assure l'animation scientifique de la RP-PCP et je gère le poste CIRAD à Harare, en collaboration avec le représentant CIRAD au Zimbabwe puis seul de janvier 2011 à décembre 2012. Mes responsabilités incluent la mobilisation des équipes, l'organisation et l'animation de la structure RP-PCP, la coordination et l'encadrement scientifique des équipes sur des projets pluridisciplinaires, ainsi que la préparation de l'évaluation (interne et externe) des résultats de la plateforme et l'anticipation des évolutions (thématiques, partenariales, etc). **Après 8 ans d'existence, la plateforme, qui regroupe un collectif d'une cinquantaine de chercheurs et d'étudiants de 3^{ème} cycle, a coordonné, encadré et (parfois) financé plus de 40 étudiants de 3^{ème} cycle du Sud et du Nord** (<http://www.rp-pcp.org/>).

Sur un plan scientifique, j'ai eu la chance de pouvoir approfondir certains de mes thèmes de recherche, mais surtout d'amorcer une synthèse de ces différentes questions, avec des chercheurs et étudiants du Sud et du Nord. Ainsi, j'ai pu poursuivre mes travaux sur les parasites et pathogènes des animaux sauvages et domestiques, en m'intéressant à de nouveaux pathogènes, tels que la tuberculose bovine (Cf A21, A22, A32, CO43, CO37), la brucellose (Cf A25, A27, A29), la fièvre aphteuse (Cf A33, A34, CO44) et la fièvre de la vallée du rift (Cf CO28). J'ai également eu l'occasion de m'intéresser à un système différent des grands ongulés, en travaillant sur la circulation de la grippe aviaire entre les oiseaux sauvages et domestiques (Cf B7, A22, A23, CO30, CO51). En adoptant une approche comparative (Cf A28, CO46) et en me focalisant sur l'analyse des mécanismes de transmission des maladies (e.g. contacts bétail-faune, Cf A33, CO53, CO40 ; e.g. contacts oiseaux sauvages-domestiques, (Cf A22, CO53, CO38), j'ai commencé à aborder la complexité des systèmes multi-hôtes (e.g. tuberculose bovine AS2 ; grippe aviaire A24, A29) et des systèmes multi-pathogènes (Cf A29).

Ces travaux approfondis m'ont permis de réaliser des synthèses génériques, sous forme d'article de revue ou de chapitre d'ouvrage (Cf A32, LED1), et d'aborder des systèmes plus complexes

de manière plus fonctionnelle, développant de nouvelles approches théoriques et opérationnelles concernant l'écologie de la transmission des maladies aux interfaces sauvage-domestique (Cf AS1, A28, L09, CO49). Par ailleurs, les collaborations avec des collègues des sciences humaines (UZ, U. Nanterre, U. Wageningen) m'ont également permis d'approfondir mes recherches sur les relations entre les populations locales, les aires protégées et les ressources qu'elles recèlent (Cf L03, L03, L10, CO42), la perception de la faune et des risques ou opportunités que la faune représente (Cf A31), et les perspectives de gestion des anthropo-écosystèmes qu'elles impliquent (Cf L12, L13).

C'est cette démarche intégrative et multidisciplinaire, associant l'écologie, l'épidémiologie, la parasitologie et les sciences humaines, que je me propose de poursuivre dans les années à venir, en collaboration avec des étudiants de 3^{ième} cycle, comme je l'exposerai dans la partie suivante de ce mémoire.

V. QUELQUES RESULTATS DE MES RECHERCHES PASSEES ET EN COURS DE DEVELOPPEMENT

A. Préambule et définitions

Dans cette section, je propose une synthèse scientifique des principaux résultats de mes activités de recherche passées et en cours. Par souci de cohérence, j'ai axé cette présentation sur le thème des interactions faune-bétail dans les écosystèmes de savanes, laissant de côté certaines de mes activités passées qui ne rentrent pas directement dans cette thématique.

Ce cadrage appelle plusieurs commentaires et quelques définitions. Une clarification tout d'abord : par faune, nous entendons tout animal sauvage, défini par opposition à un animal domestique, commensal de l'homme qui contrôle en partie ses mouvements et maîtrise sa reproduction. Dans ce qui suit, nous nous référerons principalement aux ruminants domestiques (essentiellement bovins), et sauvages (artiodactyles, famille des bovidés). J'ai également travaillé sur d'autres groupes taxonomiques, notamment les oiseaux, pour lesquels l'étude des interactions entre les populations sauvages et domestiques est aussi pertinente d'un point de vue épidémiologique, mais je ne mentionnerai ces modèles avifaunistiques dans la suite de ce document que de manière très succincte.

Dans les paragraphes qui suivent, nous nous intéresserons particulièrement aux maladies infectieuses associées aux zones d'interfaces entre les aires protégées et les zones de production (souvent agricole) adjacentes. Par maladie infectieuse nous entendons le changement de l'état de santé d'un hôte résultant de l'infection par un organisme pathogène (Collinge and Ray, 2006), l'infection elle-même ne résultant pas forcément en l'expression de la maladie. Par parasites, nous entendons les organismes qui vivent sur (ectoparasites) ou dans les tissus (endoparasites) d'un organisme hôte, et nous adopterons dans les paragraphes qui suivent la distinction entre les microparasites (virus [e.g. virus de la fièvre aphteuse], bactéries [e.g. *Mycobacterium bovis* responsable de la tuberculose bovine], protozoaires [e.g. *Theileria parva* responsable de la théilériose]) qui se reproduisent dans leur hôte, et les macroparasites (organismes multicellulaires ectoparasites [e.g. tiques] ou endoparasites) qui passent en général une partie de leur cycle de vie indépendamment de leur hôte (Collinge and Ray, 2006).

Le terme “*wildlife-livestock interface*”(e.g. (Kock, 2005); également “*wildlife-livestock-human interface*”) a été utilisé en référence à des aspects très différents des interactions faune-bétail-homme), englobant à la fois les dimensions écologiques, culturelles, économiques, environnementales, conservationnistes ou sanitaires de ces interactions (Boyd et al., 1999). Dans les paragraphes qui suivent, nous nous intéresserons essentiellement aux conséquences épidémiologiques des interactions faune-bétail, en analysant leurs causes, notamment écologiques et anthropiques. Même dans sa

dimension physique, l'interface faune-bétail (*sensu* (Kock, 2005)) n'est pas toujours facile à définir, car les interactions épidémiologiques entre les populations d'ongulés sauvages et domestiques résultent de contacts, directs, ou différés dans le temps, ou par l'intermédiaire de vecteurs ou d'éléments de l'environnement contaminés. Ces interactions épidémiologiques interviennent donc dans les zones géographiques où faune et bétail coexistent, souvent situées dans, ou à proximité des aires de conservation. Mais ces interfaces n'ont pas de dimensions fixes dans le temps ou l'espace, et peuvent être linéaires ou diffuses (e.g. selon qu'une clôture sépare les espaces dédiés à différentes activités ou non), ou se traduire par des contacts directs ou indirects, symétriques ou asymétriques selon les acteurs et les processus considérés. Comme nous le verrons dans la dernière partie de ce mémoire, l'interface faune-bétail est mieux assimilée à un système socio-écologique (« *socio-ecological system* », *sensu* (Ostrom et al., 2007)) qui définirait les interactions (y compris épidémiologiques) entre les dimensions biophysiques et socio-économiques au sein d'un écosystème, dont l'homme fait partie intégrante.

Une dernière clarification s'impose en clôture de ce préambule, concernant les modèles sur lesquels reposent les observations de ces travaux. La très grande majorité de ces travaux a été réalisée en « conditions réelles », en interaction directe *in situ* avec les éleveurs, les acteurs de la conservation ou de la santé, ou avec le bétail, la faune et leurs parasites dans les conditions « naturelles ». Dans quelques situations, nous avons été en mesure de conduire des expérimentations *in situ*, en manipulant par exemple la disponibilité de ressources fourragères pour des antilopes (e.g. (A12. de Garine-Wichatitsky et al., 2004)) ou en modifiant l'utilisation des traitements acaricides sur le bétail (e.g. (A09. de Garine-Wichatitsky, 2002)). Mais les travaux que j'ai menés en Nouvelle-Calédonie, auxquels je ne me référerai qu'en quelques occasions dans la suite par souci de cohérence, constituent de ce point de vue un cas particulier. En effet, du fait de conditions particulières liées à l'histoire des peuplements humains et fauniques (voir **Encadré 1**), la Nouvelle-Calédonie a été le théâtre d'« expériences grandeur-nature » involontairement liées aux activités humaines (Read and Clark, 2006). Celles-ci permettent d'éclairer de manière quasi-expérimentale certains aspects des interactions hôtes-parasites, mammifères-plantes et également les échanges interculturels entre communautés, d'une certaine manière. De fait, les espèces envahissantes présentent de nombreuses similarités avec les maladies infectieuses émergentes (Dobson and al., 2003), et nous adopterons ce point de vue dans les encadrés relatifs aux travaux que nous avons menés sur « l'émergence » et les impacts du cerf rusa, *Cervus timorensis*, et de la tique *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* en Nouvelle-Calédonie.

Encadré A.1: La Nouvelle-Calédonie : une terre ancienne, soumise à des bouleversements récents

La Nouvelle-Calédonie est un archipel du Pacifique Sud, constitué de plusieurs centaines d'îles dispersées, dont la superficie varie entre quelques hectares et 16900 km² (Grande Terre). Le point culminant de ces îles varie de quelques mètres à 1628m pour le mont Panié (Grande Terre). Ces îles ont des histoires géologiques différentes, la Grande Terre étant issue d'un morceau du Gondwana originel, et sont caractérisées par des situations climatiques locales contrastées (Sauter, 1981). Ainsi la Nouvelle-Calédonie associe un isolement ancien par rapport aux continents voisins à des sols et des microclimats diversifiés qui ont favorisé l'apparition de plantes et d'animaux endémiques.

La Nouvelle-Calédonie recèle une biodiversité originale et remarquable pour un territoire de cette taille (Mittermeier et al., 1996). Avec plus de 3000 espèces de plantes indigènes dont 76% d'endémiques (Morat et al., 1995), l'archipel constitue un des hauts lieux écologiques du pacifique tropical en terme de biodiversité. La flore de la forêt dense humide, par exemple, comprend 2011 espèces de végétaux vasculaires dont 82,5 % sont endémiques, et la forêt sclérophylle renferme 409 espèces dont un peu plus de la moitié sont endémiques (Jaffré et al., 1994). Le taux d'endémisme est également très élevé pour certains groupes d'invertébrés ou de vertébrés terrestres, avec par exemple 45 espèces d'oiseaux endémiques (Barré and Dutson, 2000) et 61 espèces de reptiles endémiques. Une des caractéristiques de la faune native calédonienne est l'absence de mammifères terrestres. A l'exception des chiroptères, toutes les espèces de mammifères rencontrées à l'heure actuelle en Nouvelle-Calédonie ont été introduites, volontairement ou involontairement par l'homme.

La Nouvelle-Calédonie est également considéré comme l'un des dix « points chauds » de déforestation tropicale (Mittermeier et al., 1996; Myers, 1988), et comme une zone prioritaire pour la conservation de la biodiversité végétale et animale (Myers et al., 2000). Les gisements archéologiques les plus anciens font remonter l'arrivée de l'homme en Nouvelle-Calédonie vers 2000 avant J.C. (Frimigacci et Maitre 1981, cités par (L04. Pascal et al., 2006)). Et, bien que les introductions d'espèces allochtones se soient accélérées avec la colonisation européenne (Gargominy et al., 1996), l'introduction de mammifères allochtones avait débuté avec les premiers mélanésien qui ont colonisé l'archipel. Ainsi, à l'heure actuelle la prolifération de certaines espèces de mammifères allochtones envahissantes, comme par exemple les cerfs rusa introduits en 1870 en Nouvelle-Calédonie (Chardonnet, 1988;A14. de Garine-Wichatitsky et al., 2005), soulève des inquiétudes pour la conservation de la biodiversité (Act08. de Garine-Wichatitsky et al., 2004). En effet, l'introduction de grands mammifères allochtones dans un écosystème qui en était dépourvu pourrait entraîner des impacts considérables sur les espèces de plantes endémiques, à priori dépourvues de défenses anti-herbivores efficaces car n'ayant pas de passé de coévolution avec des grands herbivores.

B. Introduction

Les relations Homme-Nature ont fasciné de tous temps les chercheurs des sciences humaines et des sciences biologiques. Des débats intenses, qui sont loin d'être clos, ont notamment concerné l'impact des aires protégées d'Afrique orientale et australe, et de la faune qu'elles hébergent, sur les conditions de vie des populations qui vivent dans, ou en périphérie de ces zones protégées. D'un point de vue écologique, le débat oppose ceux qui affirment que le bétail est en compétition directe avec la faune pour l'accès aux ressources fourragères (Prins, 2000), et ceux qui nuancent ce propos, certains auteurs suggérant que bétail et faune interagissent par une combinaison complexe de compétition/facilitation en fonction de la saison et de l'abondance des ressources (Odadi, 2011) et des espèces considérées (Young et al., 2005). Certains auteurs suggèrent que le pastoralisme est responsable des faibles densités de faune rencontrées à l'heure actuelle en Afrique de l'Ouest (Jewel, 1980)et qu'il entrainera

à terme l'extinction de la faune sauvage d'Afrique de l'Est (Prins, 1992). D'autres auteurs remettent en question la réalité même d'une dégradation de l'environnement due au pastoralisme qui affecterait négativement la faune (Homewood and Rodgers, 1984).

Les écologues, et notamment les biologistes de l'évolution, ont été particulièrement lents à s'intéresser aux problèmes du monde réel (Read and Clark, 2006), et la question épineuse de l'importance de la compétition faune-bétail dans les écosystèmes de savane en est un exemple ((Butt and Turner, 2012), mais voir (A01. Fritz et al., 1996; du Toit et al., 2004; du Toit, 2011)). Il est urgent d'améliorer l'efficacité des modes de gestion des grands herbivores sauvages car ils ont des impacts considérables sur l'état socio-économique et sanitaire, et sur la conservation à une échelle planétaire (Gordon et al., 2004). Pourtant, le fait est que dans la plupart des régions tropicales en voie de développement, le futur n'est pas reluisant pour la grande faune, qui est encore souvent perçue comme un compétiteur direct du bétail pour la production primaire, et/ou comme un réservoir de maladies (Gordon, 2009). De plus, les pandémies de maladies infectieuses émergentes qui ont affecté la planète au cours des deux dernières décennies, ont suscité une inquiétude de la part des acteurs de la santé animale et humaine, et d'une partie du grand public par rapport au rôle épidémiologique de la faune sauvage (Decker et al., 2010). Les animaux, notamment sauvages, ont été identifiés comme une source majeure de nouveaux pathogènes pour l'Homme (Bengis et al., 2004b), et les zones d'interface faune-bétail en zone tropicale feraient partie des « points chauds » de la planète où la probabilité d'émergence de nouveaux pathogènes humains serait la plus élevée (Jones et al., 2008).

Malgré l'intérêt ancien des chercheurs, et les efforts plus récents des gestionnaires de l'environnement et du développement, au cours des dernières décennies, peu de solutions techniques ou institutionnelles ont été mises en place avec succès afin de permettre la coexistence de la grande faune africaine avec les activités humaines, notamment pastorales (Du Toit and Cumming, 1999; du Toit, 2011). Pourtant, il existe de multiples raisons, environnementales, sanitaires et socio-économiques pour lesquelles la gestion des interfaces faune-bétail en zones de savanes africaines devrait recevoir une attention particulière de la part des chercheurs, afin de proposer des solutions de gestion permettant la coexistence. L'Afrique est le continent qui héberge la plus grande diversité d'ongulés natifs (Bourliere and Hadley, 1970). Mais cette biodiversité est fortement menacée. Sur les 77 espèces de la famille des bovidés (ordre Artiodactyles) natifs d'Afrique subsaharienne recensées dans la liste de l'IUCN, 49 sont considérées comme en déclin (3 seulement ont des populations en expansion), et 20 espèces sont considérés comme vulnérables ou menacées (UICN, 2013). Les principales menaces sont représentées par les activités humaines, telles que la chasse et autres prélèvements directs d'animaux, ou de manière indirecte par la destruction d'habitats naturels, souvent détruits au profit de terres agricoles. Il existe d'importantes variations entre les sous-régions d'Afrique considérées (Craigie et al., 2010), mais ce déclin de la grande faune est également perceptible en Afrique australe depuis une quinzaine d'années (Cumming, 2004), et se serait accéléré au cours des dernières années (Craigie et al., 2010). Avec un taux d'accroissement de la population de l'ordre de

2%, et malgré une émigration importante des zones rurales vers les villes (Anonymous, 2012a), la croissance démographique en Afrique subsaharienne au cours des dernières décennies s'est traduite par une colonisation de nouveaux espaces pour les activités agricoles, souvent au détriment des espaces autrefois dédiés à la faune. Le mode de vie des populations agro-pastorale qui vivent en périphérie des aires protégées, d'où ils ont souvent été déplacés, dépend en partie de l'extraction de ressources naturelles de ces espaces, y compris les ressources fourragères. Cependant, loin du mythe d'une Nature vierge entretenu par les brochures touristiques, ces écosystèmes de savane ont été façonnés par l'Homme depuis des millénaires (Bourliere and Hadley, 1970). Les interactions entre la faune et le bétail en zone de savane d'Afrique subsaharienne ne sont pas non plus un fait totalement nouveau. On estime que la diffusion des bovins domestiques a commencé il y a plus de 6 000 ans depuis le Sahel, pour atteindre l'Afrique Australe il y a plus de 2 000 ans (Du Toit and Cumming, 1999).

Les écosystèmes de savane en zone d'interfaces sauvage/domestique en Afrique subsaharienne offrent ainsi des situations privilégiées pour analyser et essayer de comprendre les mécanismes qui gouvernent la transmission interspécifique des pathogènes dans des systèmes complexes. A partir d'exemples issus des travaux auxquels j'ai participé, j'analyse dans les paragraphes qui suivent les conséquences, notamment sanitaires, des interactions faune-bétail en me focalisant essentiellement sur les zones de savane d'Afrique australe. J'envisage ensuite successivement les déterminants écologiques (e.g. compétition pour les ressources, mobilité), et anthropiques (e.g. pratiques d'élevage et de conservation, perceptions des risques et opportunités associés aux interfaces), avant de conclure par une approche fonctionnelle de la transmission de maladies dans les interfaces faune-bétail, qui propose une synthèse de ces différentes approches.

C. Interactions parasites-ongulés domestiques et sauvages

Introduction

La transmission interspécifique des agents infectieux est fondamentalement un processus écologique (Keesing et al., 2006). Il met en jeu des interactions impliquant au moins trois acteurs (deux hôtes et un pathogène), et souvent beaucoup plus. Trois principales approches ont été/sont utilisées afin de décrire et maîtriser les maladies infectieuses (Smith et al., 2005). « La théorie du germe », chère à Pasteur, Koch et autres médecins, se focalise essentiellement au niveau individuel (patient) afin de développer une intervention (traitement, vaccin) ciblée sur le pathogène ou ses conséquences au sein de l'individu infecté. La deuxième approche, adoptée par les épidémiologistes, se focalise sur le niveau populationnel, et vise à décrire les patrons d'infection au sein des systèmes hôtes-pathogènes, cherchant à identifier des facteurs de risques (e.g. environnement, comportement, génétique) en adoptant une approche statistique. Une troisième approche complémentaire, poussée par les écologues depuis les années 80, analyse également les patrons d'infection au niveau populationnel, mais s'attache à les décrire au travers de processus écologiques et évolutifs (e.g. mutation, flux de gènes, contact, ...), les modèles dynamiques produits permettant non seulement de prédire mais aussi de mieux comprendre les mécanismes en jeu dans ces processus infectieux (Smith et al., 2005).

En dépit du développement de ces approches écologiques et évolutives des processus infectieux, il n'existe pas de consensus de la communauté scientifique sur le rôle de la biodiversité dans ce processus, différents travaux ayant mené à des conclusions diamétralement opposées. Certains auteurs mettent en avant une augmentation des risques de transmission de pathogènes lorsque la diversité d'hôtes, potentiellement réservoirs ou vecteurs, augmente et qu'ils interagissent de manière directe ou indirecte. Daszak et al (Daszak et al., 2000) évoquaient ainsi les pathogènes potentiellement zoonotiques de la faune (« zoonotic pool ») auxquels sont exposées les populations humaines lorsqu'elles entrent en contact avec une diversité d'espèces animales sauvages à la faveur de la colonisation de nouveaux espaces autrefois dédiés à la faune sauvage. A l'opposé, d'autres auteurs proposent plusieurs mécanismes par lesquels une augmentation de diversité des espèces entraîne une diminution des risques infectieux (« dilution effect » e.g. (Keesing et al., 2006)).

Nous reviendrons dans la dernière partie de ce bilan scientifique sur ces liens, apparemment paradoxaux entre diversité spécifique/risques sanitaires. Mais il convient dès à présent de noter que le risque sanitaire n'a de sens que s'il est défini par rapport à une population de référence. Adoptant les recommandations de Haydon et al (Haydon et al., 2002) pour la notion de réservoirs, qui sera discutée et redéfinie dans la dernière partie de ce mémoire (cf. **L09**. Caron et al., 2012;**AS1**. de Garine-Wichatitsky et al., Soumis;**AS8**. Caron et al., Soumis)), nous nous référerons de manière explicite dans la suite de ce chapitre à une population cible clairement définie (e.g. troupeaux de bovins en périphérie d'aires protégées, population humaine locale, population d'espèce sauvage menacée...).

Les écosystèmes de savane en zone d'interfaces sauvage/domestique offrent des situations privilégiées pour analyser et essayer de comprendre les mécanismes, écologiques, génétiques et anthropiques, qui gouvernent la transmission interspécifique des pathogènes. D'une part, c'est dans ces écosystèmes que les plus larges diversités d'ongulés sauvages et domestiques se côtoient, l'Afrique hébergeant une diversité exceptionnelle d'herbivores (McNaughton and Georgiadis, 1986). D'autre part, la faune et le bétail domestique interagissent au sein des écosystèmes de savane depuis des millénaires (Du Toit and Cumming, 1999). Nous évoquerons dans les paragraphes qui suivent quelques exemples de parasites qui infectent les ruminants sauvages et domestiques, puis nous analyserons les caractéristiques de ces zones interfaces qui se traduisent, ou non, par la transmission de pathogènes de la faune au bétail, et vice-versa.

Spécificité des parasites de la faune et du bétail : tiques et maladies à tiques

Il existe de multiples exemples de parasites qui infestent à la fois les ongulés sauvages et domestiques en zone de savane tropicale. Les tiques en sont un très bon exemple, comme l'illustrent les données collectées dans nombreux pays et des agrosystèmes contrastés (Hoogstraal, 1956; Morel, 1969). La spécificité d'une espèce de tique n'est pas aisée à établir, d'une part du fait d'une certaine plasticité des tiques qui s'adaptent aux conditions locales de disponibilité en hôtes, et d'autre part du fait de la complexité des cycles de développement de certaines espèces de tiques. Les Ixodoidea (tiques dures) sont des ectoparasites hématophages, qui alternent des phases libres dans le milieu extérieur, et des phases parasites sur leurs hôtes. Le cycle de vie originel « typique » des ixodidés (Morel, 1969) alterne trois phases libres dans le milieu extérieur, où a lieu la recherche d'un hôte (après l'éclosion des œufs ou les mues larvaires et nymphales), et trois phases parasitaires sur les hôtes, lors des repas sanguins (i.e. cycle trixène). C'est le cas par exemple de l'espèce *Amblyomma hebraeum* en Afrique australe, pour laquelle les adultes infestent fréquemment des grands ongulés, alors que les larves et nymphes infestent un large éventail d'hôtes incluant des herbivores, des carnivores, des petits mammifères, et même des oiseaux et des tortues (Norval, 1983; Norval, 1992). Cependant, en ce qui concerne les tiques des grands ongulés, il existe une tendance à la réduction du nombre d'hôtes (Morel, 1981; Hoogstraal and Aeschlimann, 1982). Le stade ultime de cette évolution a abouti aux cycles monoxènes (par exemple *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*,) que l'on ne retrouve que chez des tiques infestant des grands mammifères herbivores (Hoogstraal and Aeschlimann, 1982; Oliver, 1989), et pour lesquels tous les repas sanguins sont effectués sur le même hôte.

Sur les 223 espèces de tiques Africaines analysées par Cumming (Cumming, 1998) pour leur préférences d'hôtes, seules 14 espèces sont considérées comme généralistes, 39 autres étant considérées comme potentiellement spécialistes d'un hôte ou d'un groupe d'hôtes. Pour ce qui concerne les ruminants, cependant, il n'y a pas d'espèce de tique spécifique d'un ruminant sauvage ou domestique. Même si les populations originelles d'hôtes sauvages ont maintenant disparu de certaines

zones d'Afrique, aucune des espèces de tiques autochtones n'est spécifique du bétail (Morel, 1981), car toutes les tiques rencontrées sur le bétail évoluaient initialement sur les ongulés sauvages (Morel, 1969). De fait, à une échelle locale, l'on retrouve très souvent les mêmes espèces de tiques sur le bétail et les ongulés sauvages lorsqu'ils partagent les mêmes espaces (Wesonga et al., 2006). Ainsi, lors de l'étude menée sur un ranch mixte faune-bétail au Zimbabwe dans le cadre de ma thèse (de Garine-Wichatitsky, 1999), les 6 espèces de tiques dures rencontrées sur le bétail étaient également rencontrées sur les espèces d'ongulés sympatriques échantillonnées (**A09.** de Garine-Wichatitsky, 2002). Or, si les préférences d'habitat varient significativement entre ces hôtes potentiels (**A01.** Fritz et al., 1996), la distribution des tiques infestantes dans ces habitats est soit uniforme soit associée avec les habitats qui sont fréquentés par tous les ongulés (points d'eau, ressources fourragères clefs de saison sèche; (**A04.** de Garine-Wichatitsky et al., 1999)). Ainsi, il ne semble pas qu'il y ait de relation directe entre les préférences d'habitat et les niveaux d'infestation par les tiques pour des ongulés sauvages et domestiques utilisant les mêmes habitats (**A09.** de Garine-Wichatitsky, 2002; Wesonga et al., 2006).

Des indications empiriques tendent à prouver que les tiques rencontrées sur le bétail et les ongulés africains vivant en sympatrie proviennent des mêmes populations. A titre d'exemple, une des méthodes employées pour contrôler les tiques sur la faune des réserves clôturées en Afrique australe consiste ainsi à faire pâturer de manière temporaire des troupeaux de bovins, qui sont ensuite traités à l'aide d'acaricides pour éliminer les tiques ainsi récoltées (e.g. (Foggin, 1981). Mais, dans le cas des ongulés sauvages et domestiques africains, il existe peu d'études, notamment génétiques, prouvant que ce sont les mêmes populations qui infestent les différents hôtes, et non pas des « races-hôtes » qui auraient évolué en sympatrie (voir par exemple pour une tique d'oiseaux (McCoy et al., 2001; McCoy et al., 2005)). De ce point de vue, les résultats des travaux menés par T. De Meeûs, C. Chevillon, N. Barré et al. sur la tique *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* en Nouvelle-Calédonie (voir **Encadré 3**) illustrent parfaitement l'intérêt des outils moléculaires, qui ont permis de mieux caractériser un système hôte-parasite apparemment simple, avec des conséquences pour les stratégies de gestion, notamment dans un contexte de résistance des tiques aux acaricides.

Encadré C.1 : La Nouvelle-Calédonie comme laboratoire des interactions hôtes-parasites : Génétique de la tique *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*

La tique *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* a été introduite en Nouvelle-Calédonie en 1942, où elle s'est rapidement répandue parmi les élevages de bovins (Rageau and Vervent, 1959). Malgré les programmes de lutte mis en place, ce parasite est responsable de pertes économiques significatives, notamment du fait de l'acquisition de résistances aux différents acaricides utilisés (A13. Ducornez et al., 2005; Chevillon et al., 2007a).



Tique monoxène [le cycle complet de développement larve-nympe-adulte est effectué en totalité sur le même hôte ; mais voir (Chevillon et al., 2007b)], *R. microplus* est originaire d'Inde et d'Indonésie (Labruna et al., 2009) et considérée comme un parasite des bovins asiatiques (Barré and Uilenberg, 2010). La Nouvelle-Calédonie étant dépourvue de mammifères terrestres natifs (voir Encadré 1), seuls les mammifères hôtes introduits sont susceptibles de maintenir les populations de tiques. Outre les bovins domestiques, une population de cerf rusa (*Cervus timorensis rusa*), introduit également, occupe l'île principale de la Nouvelle-Calédonie avec des effectifs et une distribution significative, équivalente à celle des bovins. Cependant, ce cervidé est considéré comme un « mauvais » hôte pour la tique *R. microplus* (Owen, 1977), le succès d'engorgement des femelles de tiques étant considérablement réduit sur les cerfs par rapport au bovins (Barré et al., 2001). De plus, il a été montré en condition expérimentale que l'association de cerfs rusa sur les mêmes pâturages que les bovins diminuait de manière très significative les niveaux d'infestation des bovins par la tique *R. microplus* (A11. Barré et al., 2002).



A l'aide d'outils de génétique des populations de Meeûs et al (A20. De Meeûs et al., 2010) ont revisité ce système hôte-parasite apparemment simple. Les marqueurs neutres microsatellites analysés sur les tiques prélevées sur des bovins et des cerfs sympatriques ont révélé l'existence de deux ensembles génétiquement différenciés : sur les bovins, l'hôte originel, et sur les cerfs rusa, un nouvel hôte pour cette espèce de tique. Cette évolution de la tique est remarquable non seulement par son caractère sympatrique, mais surtout par la rapidité avec laquelle elle s'est produite, en moins de 250 générations.

Associés aux résultats obtenus sur la résistance de *Boophilus microplus* aux acaricides utilisés en Nouvelle-Calédonie (deltaméthrine et amitraz, (Chevillon et al., 2007a)), ces résultats posent de nombreuses questions pratiques pour les stratégies de lutte. Bien que les études télémétriques menées en Nouvelle-Calédonie (A15. Spaggiari and de Garine-Wichatitsky, 2006) indiquent que le cerf rusa est une espèce relativement sédentaire, les mouvements d'individus sur dizaines de km interviennent de manière saisonnière, notamment pour les mâles durant la période du rut. Ainsi les tiques hébergées par les cerfs sont susceptibles d'être disséminées entre les fermes de bovins qu'ils fréquentent. Dès lors, l'existence d'une « race-cervidé » de tiques est-elle un allié dans la lutte contre la tique du bétail, susceptible d'entrer en compétition avec cette race-cervidé ou de contribuer à la dilution des gènes de résistance aux acaricides ? Ou bien, au contraire, les cerfs jouent-ils un rôle de réservoir de tiques, qui réinfestent régulièrement les pâturages partagés avec les bovins, et donc contribuent à augmenter leur charge parasitaire ?

Le « laboratoire grandeur nature » néo-calédonien est particulièrement favorable à l'étude de ce système parasite-hôtes sauvage et domestique du fait du nombre réduit d'hôtes potentiels, des données existantes sur l'écologie du parasite et de l'hôte sauvage, et de la fiabilité des dates et circonstances qui ont accompagné l'introduction des hôtes et du parasite, ce qui permet de recouper de manière indépendante les informations obtenues par les outils moléculaires.

En l'état actuel des connaissances, il semble donc que les mêmes populations de tiques africaines infestent à la fois les ruminants sauvages et domestiques lorsqu'ils partagent les mêmes espaces (voir également (Wesonga et al., 2006) pour un ranch mixte faune-bétail au Kenya), sans que les données actuelles ne permettent de quantifier d'éventuels échanges de reproducteurs entre les populations hébergées par les uns ou les autres. Il en va de même pour la plupart des microparasites transmis par les tiques, qui ont souvent été isolés à la fois chez le bétail et les ruminants sauvages sympatriques (Lightfoot and Norval, 1981). Ainsi, la rickettsie *Erlchia ruminantium* responsable de la cowdriose (« heartwater ») chez les bovins et les petits ruminants domestiques a été isolée de plusieurs espèces de ruminants sauvages (Peter et al., 2002). Mais, en l'absence de preuves moléculaires quantifiant le sens des échanges entre populations de microparasites (e.g. phylogénies moléculaires, flux de gènes) peut-on avancer que la faune joue un rôle de réservoir de maladies à tiques ? Peter et al. (Peter et al., 1999a) ont ainsi démontré en condition expérimentale que trois espèces d'antilopes (impala *Aepyceros melampus*, hippotrague noir *Hippotragus niger*, et tsetsebe *Damaliscus lunatus*), pouvaient être infectées et transmettre l'agent de la cowdriose *E. ruminantium*. De plus, cette même équipe a démontré que des tiques provenant du parc du Kruger en Afrique du sud, où seules des espèces sauvages sont présentes, pouvaient transmettre en condition expérimentale la cowdriose à une chèvre (Peter et al., 1999b). Pour autant, le rôle effectif de réservoir de *Erlchia ruminantium* pour le bétail que ces espèces joueraient (Kock et al., 1995) reste à démontrer en conditions naturelles d'interface, car de nombreux autres paramètres, écologiques et anthropiques, entrent en compte, comme nous le verrons dans les paragraphes qui suivent.

Il existe cependant une maladie des bovins domestiques transmise par les tiques en Afrique australe pour laquelle le rôle de réservoir de la faune fait peu de doutes. Parmi les différentes formes de maladies provoquées chez les bovins par le protozoaire hémoparasite *Theileria parva* (Grootenhuys, 1988), la « corridor disease » est directement associée à des souches issues du buffle africain *Syncerus caffer* (Jura & Losos, 1980 ; Norval et al., 1992b ; Uilenberg et al., 1993). Cette forme particulièrement pathogène de théilériose, souvent fatale pour les bovins, intervient lorsque des tiques *Rhipicephalus appendiculatus* ou *R. zambeziensis* se nourrissent aux stades larvaire ou nymphal sur un buffle, puis sur un bovin au stade suivant. Il subsiste de nombreuses interrogations sur les aspects moléculaires associés aux différentes formes de théilériose, notamment liés au fait que les souches responsables de « corridor disease » puissent se transformer en d'autres formes de la maladie (« east coast fever ») après passages répétés sur des bovins en conditions expérimentales (Norval et al., 1991). Il n'en demeure pas moins que cette maladie du bétail est directement liée aux zones d'interfaces, où les bovins partagent les mêmes espaces avec un hôte sauvage clairement identifié, le buffle africain. La « corridor disease » a eu des conséquences importantes sur le cheptel bovin de certains pays d'Afrique australe, comme au Zimbabwe (Norval et al., 1992) où le risque d'introduction de la maladie dans la zone « buffalo-free » du pays demeure une préoccupation pour les services vétérinaires (Latif et al., 2002).

Le cas du buffle africain *Syncerus caffer*

Comme nous le verrons dans les paragraphes suivants, le fait que des espèces sauvages jouent un rôle de réservoir de pathogènes du bétail a eu des conséquences considérables sur la création des aires protégées en Afrique australe (Foggin, 2010; Andersson and Cumming, 2013). Pour les services vétérinaires et les éleveurs, le buffle *Syncerus caffer* représente un danger particulier pour le bétail, le ‘vilain’ responsable des maladies du bétail en Afrique (Michel and Bengis, 2012). Le tableau C.1 récapitule les principales maladies associées au buffle qui présentent un risque sanitaire, avéré ou suspecté, pour les ruminants domestiques.

Tableau C.1 : Liste des principales maladies et rôles épidémiologiques associés au buffle africain *Syncerus caffer* dans les zones d’interface avec le bétail en Afrique subsaharienne. Adapté de (Bengis et al., 2002; Michel and Bengis, 2012; **L15**. Kock et al., 2014 in press). Les références-clefs citées dans le tableau sont détaillées dans (**L15**. Kock et al., 2014 in press).

Disease, pathogen (transmission mode)	Traditional or Endemic Host(s); epidemiological role of buffalo	Key references (Kock et al in press)
Foot-and-mouth disease, Aphovirus (Direct)	Indigenous cattle & buffalo ; <i>maintenance hosts</i>	Thomson et al. 2003
Rift Valley Fever, Phlebovirus (Arthropod)	Wildlife including buffalo ; <i>possible (interepidemic) maintenance host</i>	Olive et al. 2012 LaBeaud et al. 2011
Heartwater, <i>Cowdria ruminantium</i> (Tick)	Domestic and wild ruminants, chelonians & gallinaceous birds ; <i>buffalo possible maintenance host</i>	Wesonga et al. 2001
Trypanosomiasis, <i>Trypanosoma spp.</i> (Tsetse fly)	Cattle, wild bovids (buffalo), suids, elephant and black rhino ; <i>maintenance host</i>	Van den Bossche et al. 2010
Corridor disease, <i>Theileria parva lawrenci</i> (Tick)	Wild ruminants (buffalo) ; <i>maintenance host</i>	Pascucci et al. 2011
Bovine tuberculosis, <i>Mycobacterium bovis</i> (Environment, direct)	Cattle, wild ruminants & suids; buffalo <i>maintenance hosts</i>	De Vos et al 2001; Renwick et al. 2007
Brucellosis, <i>Brucella spp.</i> (Environment)	Cattle, sheep, goats, camels, buffalo, humans; <i>buffalo maintenance host</i>	Gradwell, 1977
Anthrax, <i>Bacillus anthracis</i> (Environment, flies)	Soil saprophyte, Wild ruminants & cattle ; <i>buffalo amplification host</i>	McConnell et al. 1972
Bovine Petechial Fever (Arthropod vectors)	Cattle, bush buck, buffalo; <i>buffalo possible amplification host</i>	Sumption & Scott, 2004
Lumpy Skin Disease	Cattle, buffalo; <i>buffalo spill over host</i>	Hedger & Hamblin, 1983
Bovine Herpes Virus 4 (Transmission route unknown)	Cattle and buffalo ; <i>epidemiological role unknown</i>	Dewals et al. 2006
Parafilariosis, <i>Parafilaria spp</i> (Flies, <i>Musca spp</i>)	Cattle, buffalo ; <i>epidemiological role unknown</i>	Keet et al. 1997

Un premier examen de ce tableau révèle la présence de maladies majeures, responsables d'impacts directs et indirects considérables sur le bétail en zones tropicales, comme les maladies à tiques (Théilériose et Cowdriose) et la fièvre aphteuse ; certaines de ces maladies représentant un risque pour les populations humaines, comme la brucellose et la fièvre de la vallée. En plus de la proximité phylogénique entre le buffle et les bovins domestiques, plusieurs caractéristiques écologiques et comportementales du buffle expliquent ce rôle particulier par rapport aux maladies du bétail (voir revues par (Michel and Bengis, 2012) et **(L15. Kock et al., 2014 in press)**). Le comportement très social et grégaire du buffle, dont les troupeaux peuvent dépasser 1 000 individus (Sinclair, 1977), favorise la transmission de pathogènes par contact ou aérosol (Michel et al., 2006). La composition des troupeaux de buffles est cependant instable, et des études télémétriques ont démontré l'existence de fréquents événements de fusion-fission entre les groupes/individus (Cross et al., 2005; **Cornélis et al., in prep**), ainsi que des déplacements rapides et sur de longues distances d'individus isolés ou en petits groupes (**AS09. Caron et al., in prep.**), ce qui favorise la dispersion des pathogènes entre les troupeaux (**A21. de Garine-Wichatitsky et al., 2010**). Enfin, les buffles sont dépendant de l'eau, résidant à proximité d'une source permanente d'eau de surface, ce qui les expose aux piqûres d'insectes et autres vecteurs pour lesquels ils sont des hôtes préférentiels (e.g. mouches tsétsé, tiques).

Cependant, indépendamment du mode de transmission des maladies (contact, aérosol, environnement, vectoriel), le Tableau C.1 indique également que le rôle épidémiologique joué par le buffle pour ces différentes maladies du bétail est variable : « maintenance host », « spill-over host », « amplification host »... (pour une définition de ces termes, voir dernier paragraphe de ce mémoire et **(AS1. de Garine-Wichatitsky et al., Soumis)**). Ce rôle épidémiologique est cependant sujet à de nombreuses incertitudes, qui ne sont pas toutes liées à un défaut de données fiables, mais également au fait que ce rôle varie entre les sites en fonction du type d'interface considéré. Par ailleurs, si l'on prend en compte l'origine des pathogènes listés (Bengis et al., 2002), le buffle est réservoir de maladies endémiques d'Afrique australe (e.g. théilériose, trypanosomose), mais également de maladies exotiques, introduites dans la région, telles que la tuberculose bovine introduite depuis l'Europe ((Hutcheon, 1880) cité par (Michel et al., 2008)) ou la brucellose. Notons que le buffle est également une victime de ces maladies introduites par les bovins domestiques. Par exemple, les populations de buffles, et de nombreuses espèces d'ongulés sauvages africains, ont été décimées par la grande épidémie de peste bovine qui a sévit en Afrique durant la fin des années 1890 (Mack, 1970).

Il est clair que la transmission de maladies à l'interface faune-bétail est bidirectionnelle, et que le buffle africain est à la fois coupable d'être réservoir de certaines maladies endémiques, et victime de certaines maladies exotiques, pour lesquelles il joue parfois également un rôle de réservoir (Michel and Bengis, 2012). Ainsi, si l'on se réfère aux risques sanitaires encourus par une population-cible (bétail en zones d'interface), l'adjonction de certaines espèces (le buffle en l'occurrence) représente un risque sanitaire disproportionné.

Contacts faune-bétail et transmission de la fièvre aphteuse en Afrique australe

Si le rôle de réservoir joué par certaines espèces d'ongulés a été identifié de longue date pour plusieurs maladies importantes du bétail (Bengis et al., 2004a), les circonstances précises entraînant la transmission de ces pathogènes (« *spill-over* ») demeurent souvent mal documentées. Les animaux sauvages étant discrets par nature, les contacts directs ou indirects entre individus sont rarement observés, et presque jamais quantifiés, ce qui limite considérablement la qualité prédictive des modèles de transmission inter-espèces d'infection (Smieszek, 2009). La fièvre aphteuse en Afrique australe offre un modèle particulièrement approprié pour étudier les relations entre les patrons de contacts interspécifiques et la transmission de pathogène dans les zones d'interface faune-bétail (Brahmbhatt et al., 2012). La maladie est par ailleurs responsable de pertes économiques considérables au niveau mondial (Paton et al., 2009), notamment du fait des restrictions qu'elle entraîne sur les échanges de viande de bœuf entre pays et surtout par les coûts associés au contrôle de cette maladie (e.g. vaccination, abattage, ...), que nous détaillerons dans un chapitre ultérieur.

La fièvre aphteuse est due à un aphtovirus très contagieux (e.g. dans les conditions UK (Haydon et al., 1997)) qui affecte les ongulés sauvages et domestiques. En Afrique australe, trois principaux sérotypes de virus circulent (SAT1, SAT2 et SAT3 ; pour « *Southern African Territories* » ; (Paton et al., 2009)), que l'on retrouve à la fois chez le bétail et chez les buffles (voir par exemple (A34. Jori et al., 2014, in press) pour des souches SAT2 et SAT3 récemment isolées de troupeaux de buffles dans le GTLFCA). Le buffle est infecté de manière asymptomatique et excrète des particules virales infectantes (Thomson et al., 2003), alors que les bovins présentent des symptômes de la maladie souvent jugés mineurs par les éleveurs par rapport à d'autres maladies dans le contexte africain ((Vosloo et al., 2002a) ; mais voir discussion sur l'importance des maladies du bétail pour les éleveurs (A31. de Garine-Wichatitsky et al., 2013)). Des preuves sérologiques ou cliniques de l'infection par les virus de fièvre aphteuse ont été recueillies chez de nombreuses espèces d'ongulés sauvages (Condy et al., 1969; Vosloo et al., 2005), notamment chez des antilopes comme l'impala *Aepyceros melampus* (Vosloo et al., 2009), mais le buffle est considéré comme le principal réservoir sauvage en Afrique australe (Thomson et al., 2003; Bengis et al., 2004a). Pourtant, si les études de biologie moléculaire entreprises confirment le passage des virus de fièvre aphteuse entre les buffles et les bovins (Vosloo et al., 2002b; Ayebazibwe et al., 2010), les circonstances et la fréquence de ces infections interspécifiques demeurent mal connues.

Par une approche originale associant des suivis télémétriques et sérologiques de troupeaux de buffles et de bovins domestiques sympatriques, Miguel et al (A33. Miguel et al., 2013) ont exploré la transmission interspécifique (« *spill-over* ») des virus de fièvre aphteuse en zones d'interfaces faune-bétail au Zimbabwe. Le dispositif (voir détails (A33. Miguel et al., 2013)) incluait trois zones d'interface entre une aire protégée (parcs du Gonarezhou, Hwange et Kruger), et les zones communales périphériques, séparés par des barrières physiques poreuses (clôtures endommagées, lit

de rivière asséchée, route...) qui ne limitent pas les mouvements des grands herbivores, dans les deux sens. Au total 36 colliers GPS ont été déployés sur des troupeaux de buffles et de bovins domestiques fréquentant les trois zones d'interface zone communale-zone protégée étudiées (Pesvi-Kruger NP, Malipati-Gonarezhou NP ; Dete-Hwange NP). Pour une fenêtre spatio-temporelle donnée correspondant à un contact potentiellement infectant pour la fièvre aphteuse, les données spatiales simultanées des buffles et des bovins ont permis d'estimer la fréquence de contacts bovins-buffle, et d'établir les patrons de variations dans le temps et l'espace. Le premier résultat intéressant de ces travaux (Figure C.1), est la mise en évidence de patrons de contacts bovins-buffles très différents non seulement entre les 3 interfaces (fréquence plus élevée à Pesvi-Kruger, et plus faible à Hwange-Dete), mais également entre les saisons pour un site donné (fréquence plus élevée en saison sèche « *colddry* » et « *hotdry* », qu'en saison des pluies « *rainy* » ; Figure C.1).

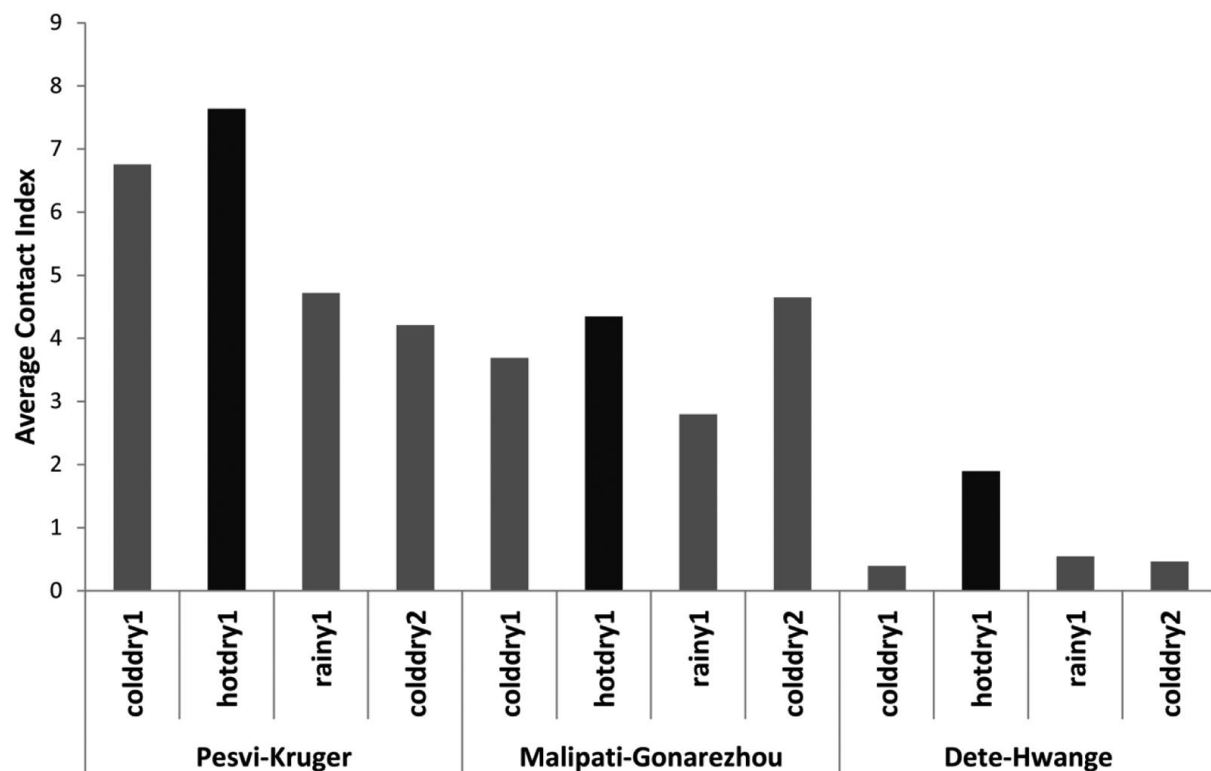


Figure C.1 : Variations saisonnières des contacts entre le bétail et les buffles. Indices de fréquence de contacts sur 3 sites d'interface au Zimbabwe calculés pour la saison sèche froide (« *colddry* »), la saison sèche chaude (« *hotdry* ») et la saison des pluies (« *rainy* ») (cf détails (A33. Miguel et al., 2013)).

Dans le même temps, un suivi longitudinal sérologique a été mis en place sur plus de 300 bovins provenant de troupeaux ayant à priori des taux de contacts variables avec les buffles. Les 5 tests successifs réalisés (NSP et SAT ; voir détails (A33. Miguel et al., 2013)) ont permis d'établir l'incidence de la fièvre aphteuse (individus 0 --> +) mais également la fréquence de réversion (individus + --> 0). Les résultats obtenus (Figure C.2) démontrent l'existence d'une relation positive significative entre la fréquence de contacts avec les buffles et l'incidence sérologique de la fièvre

aphteuse (à la fois SAT et NSP), ainsi qu'une relation négative mais également significative avec les taux de réversion (SAT et NSP).

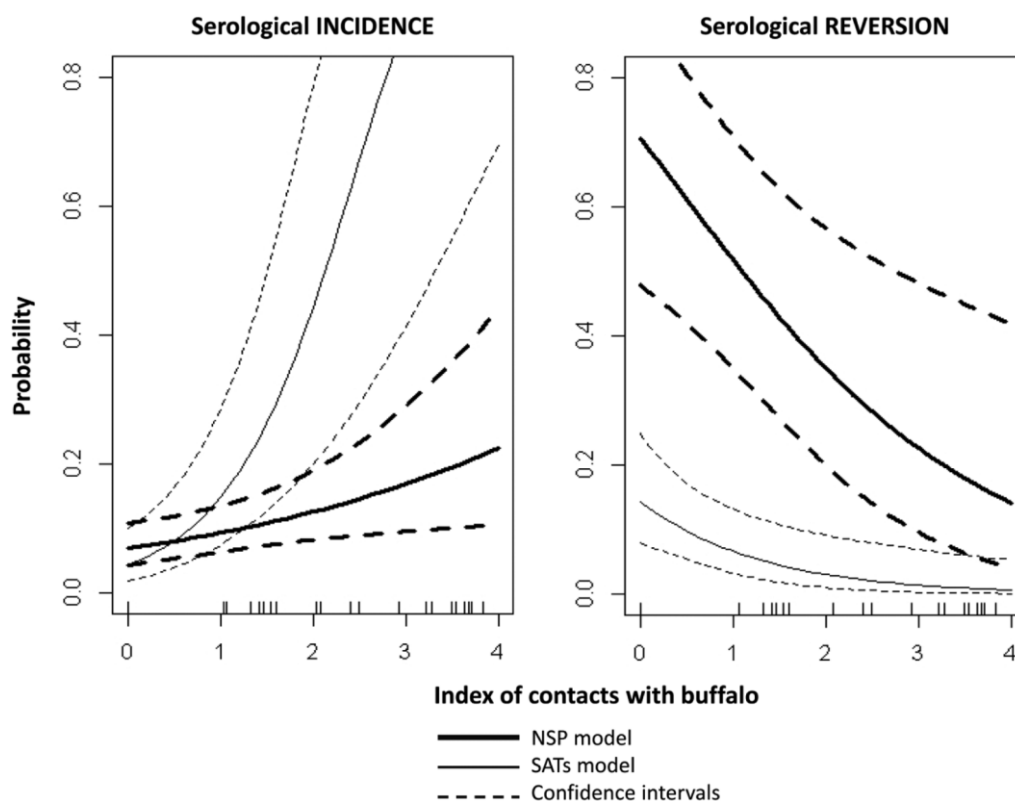


Figure C.2 : Fréquence de contacts avec des buffles et probabilité de séroconversion et séroréversion aux virus de la fièvre aphteuse pour des troupeaux de bovins domestiques de trois zones d'interface au Zimbabwe (cf détails (A33. Miguel et al., 2013)).

Outre l'importance pratique de ces résultats pour la gestion de cette maladie aux conséquences indirectes multiples pour les zones d'interface en Afrique, puisqu'elle démontre le lien direct entre la circulation du pathogène et la fréquence de contacts avec le réservoir sauvage, cette étude met également en exergue la complexité des mécanismes en jeu dans ces zones d'interfaces. En effet, les déterminants de ces contacts faune-bétail, variables en fonction des sites et des saisons, apparaissent liés à des facteurs écologiques et comportementaux des herbivores considérés (e.g. sélection des habitats en lien avec la disponibilité des ressources en eau et fourrages), mais également à des facteurs humains qui déterminent le type d'interface faune-bétail (e.g. pratiques d'élevage et de gestion de la faune).

Prévalence de maladies du bétail pour divers types d'interfaces

Les zones d'interfaces faune-bétail (Kock, 2003) incluent des zones protégées, dédiées essentiellement aux activités associées à la gestion des espèces sauvages et de leurs habitats (conservation de la biodiversité, tourisme,...) et les zones périphériques, dédiées à d'autres types de productions,

notamment l'agriculture de subsistance lorsqu'il s'agit de zones communales. Les patrons de contacts entre la faune et le bétail, qui conditionnent le risque de transmission de pathogènes (« *spill-over* ») en fonction de leurs modes de transmission (e.g. transmission par contact direct ou par l'environnement, transmission vectorielle par les tiques ou les insectes), sont conditionnés par les pratiques des différents acteurs à l'interface (e.g. éleveurs, parcs nationaux, forestiers, « *tour operators* »...), mais également par la porosité des limites entre les espaces délimités. En Afrique australe, la séparation physique par des clôtures a été utilisée de longue date pour confiner les espèces sauvages dans des espaces dédiés afin de protéger le bétail des maladies (Ferguson and Hanks, 2010). Ces mesures ont une efficacité variable selon le type de clôture adopté, leur entretien et leur acceptation par les populations locales (e.g. fièvre aphteuse et clôtures dans le Great Limpopo TFCA (Jori et al., 2009; **L05**. Dube et al., 2010)), et ont des coûts environnementaux et sociaux importants (e.g. (Taylor and Martin, 1987; Ferguson and Hanks, 2010)).

Le Tableau C.2 (d'après (Kock et al., In press)) synthétise les risques de transmission de pathogènes du buffle vers le bétail pour différents types d'interfaces, allant de la séparation physique par une double clôture faune (électrifiée ou non), jusqu'au pâturage mixte faune-bétail permanent, en passant par des types d'interfaces définissant des niveaux d'interactions intermédiaires, comme par exemple lorsque les limites sont définies par des obstacles naturels tels que les lits de rivière, des routes ou des voies ferrées. Les risques sanitaires attendus pour le bétail varient en fonction du type d'interface et du mode de transmission des pathogènes considérés (Tableau C.2). Par exemple, les interfaces clôturées (« *hard edge* »), réduisent les risques de maladies à transmission directe (e.g. fièvre aphteuse), ainsi que la plupart des pathogènes transmis par l'eau ou l'environnement (e.g. brucellose), mais ne sont pas efficaces contre les maladies à transmission vectorielle (e.g. insectes hématophages). A l'opposé, le pâturage mixte faune-bétail permanent présente un risque élevé pour tous les modes de transmission.

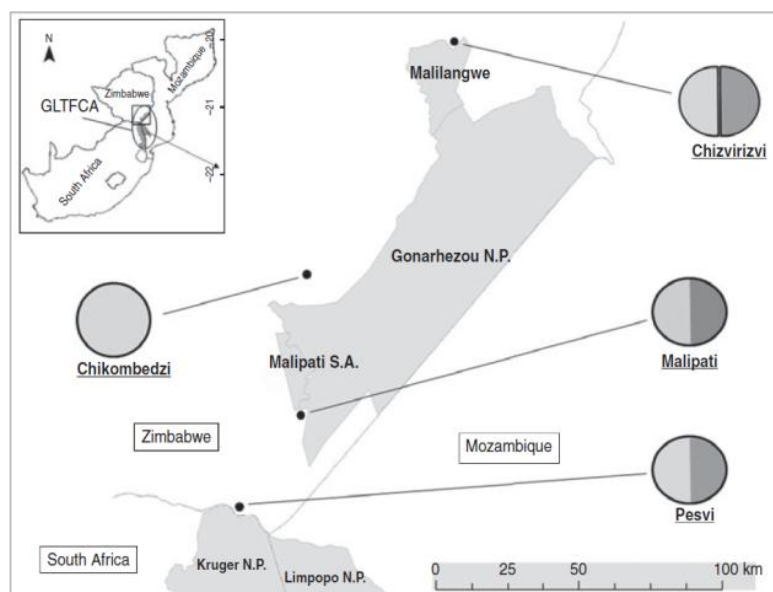


Figure C.3 : Sites d'étude ayant des interfaces faune-bétail différentes (GLTFCA, Zimbabwe). Les zones grises représentent les zones de conservation (NP National Parks, SA Safari Area, Malilangwe Conservancy). Les points noirs indiquent les 4 sites, et les cercles auxquels ils sont connectés le type d'interface faune-bétail : pâturage mixte sans clôture (Pesvi et Malipati), clôture faune (Chizvirizvi), témoin négatif avec peu de faune (Chikombedzi). Figure d'après (A29. Caron et al., 2013)

Tableau C.2 : Risques de transmission de pathogènes selon le type d'interface faune bétail (buffles-bovins domestiques) et selon le mode de transmission des pathogènes. D'après (L15. Kock et al., 2014 in press). Niveau de risque: gris sombre = élevé; gris = intermédiaire et gris clair = faible. and light grey = low.

	Double fenced e.g. FMD fence	Single fenced e.g. game fence	Linear unfenced boundary 1 e.g. park boundary	Linear unfenced boundary 2 e.g. river boundary	Buffer zone e.g. hunting/safari area at the periphery of PA	Mixed system 1 e.g. year- long sharing of pasture	Mixed system 2 e.g. sequential use of pasture
Expected intensity of contact							
Direct transmission e.g. foot and mouth disease, bovine tuberculosis							
Environmental transmission e.g. brucellosis, bovine tuberculosis							
Water-borne transmission e.g. schistosomiasis							
Vector-borne transmission e.g. tick-borne diseases, rift valley fever							
Risk of disease impact on cattle if transmission occurs e.g. foot and mouth disease, bovine tuberculosis, brucellosis, tick-borne							

Le « South-East Lowveld » du Zimbabwe offre un éventail d'interfaces faune-bétail contrastées dans des conditions agro-écologiques similaires, ce qui nous a permis de tester les hypothèses qui découlent du Tableau C.2 concernant la fréquence des maladies du bétail en fonction du mode de transmission et du type d'interface (Figure C.3). Cette situation semi-expérimentale a été mise à profit par Gomo et al (A25. Gomo et al., 2012) pour comparer la prévalence chez les bovins de la brucellose (transmission par contact avec des avortons ou l'environnement contaminé) et par Caron et al (A29. Caron et al., 2013) pour plusieurs maladies à transmission directe (fièvre aphteuse), par l'environnement (tuberculose bovine *Mycobacterium bovis*, et brucellose *Brucella abortus*), par les tiques (théilériose, *Theileria parva*) et par les insectes hématophages (Fièvre de la vallée du rift et Dermatose nodulaire « *Lumpy-skin disease* »). Une synthèse qualitative des résultats de ces deux études est présentée dans le Tableau C.3. Ces résultats sont conformes aux prédictions pour les maladies vectorielles. La théilériose, transmise par les tiques à partir du buffle réservoir, n'est rencontrée que sur les sites d'interface où les bovins et les buffles partagent les mêmes pâturages (Malipati et Pesvi). La dermatose nodulaire et la fièvre de la vallée du rift sont détectées chez les bovins de toutes les interfaces, ce qui est conforme avec l'hypothèse que les clôtures ne limitent pas la dissémination des pathogènes par les insectes hématophages, mais ces résultats posent également des questions sur le rôle de réservoir de la faune pour ces deux maladies. Les résultats obtenus pour les maladies transmises par contamination de l'environnement (brucellose et tuberculose bovine) ne permettent pas de conclure sur le rôle du type d'interface, pour deux raisons différentes. D'une part, l'absence de brucellose chez les buffles échantillonnés lors de ces deux études, en contradiction avec les résultats d'autres études similaires (Madsen and Anderson, 1995; Godfroid, 2002), ne permet pas de comparer la prévalence de cette maladie entre les différentes interfaces puisqu'il ne semble pas y avoir d'hôte sauvage réservoir de cette maladie sur les sites d'étude considérés. D'autre part, si la tuberculose bovine est bien confirmée chez les buffles (réservoir sauvage putatif) de la zone d'étude, il est difficile de conclure sur son absence chez tous les bovins testés, car la maladie est au premier stade d'émergence au Zimbabwe (voir (A21. de Garine-Wichatitsky et al., 2010), et il est possible que la transmission aux bovins domestiques dans les zones d'interface intense ne soit qu'une question de temps. Les résultats concernant la fièvre aphteuse sont également ambigus par rapport à l'influence du type d'interface sur cette maladie à transmission directe. Des preuves sérologiques de l'infection sont bien détectées chez l'hôte sauvage (buffle) et chez les bovins des interfaces permettant un contact direct (Malipati), mais également chez les bovins des interfaces où ces contacts directs avec les buffles ne sont pas possibles (clôture ou absence de buffle). Il est possible que ce résultat paradoxal provienne du fait que les bovins de ces interfaces clôturées aient été infectés par des foyers secondaires, propagés par les mouvements de bétail depuis des foyers primaires associés aux buffles dans les zones d'interface intense (A34. Jori et al., 2014, in press), ou bien par des foyers associés à des bovins domestiques porteurs chroniques du virus (Sutmoller et al., 1968).

Tableau C.3 : Prévalence de maladies chez des populations de bovins dans des zones d'interface différentes du Lowveld du Zimbabwe. Synthèse qualitative des résultats de prévalence estimée à partir des enquêtes sérologiques (d'après (A29. Caron et al., 2013))

	Unfenced interface			Fenced interface	No interface
	Malipati		Pesvi	Chizvirizvi	Chikombedzi
	Buffalo	Cattle	Cattle	Cattle	Cattle
<i>Mycobacterium bovis</i>	+	0	0	0	0
Foot-and-mouth disease	+++	+	n.d.	+	+
<i>Brucella abortus</i>	0	+	+	0	+
Rift Valley fever	+	+	n.d.	+	+
<i>Theileria parva</i>	+++	+	+++	0	0
Lumpy skin disease	0	+++	+++	+++	+++

n.d., Not done.

0=No detection; +=>0% to <20%; ++=>20% to <40%; +++=>40%.

En conclusion, les interfaces faune-bétail en Afrique australe prennent des formes très variées (Kock, 2005), et les risques sanitaires qui en résultent pour le bétail sont difficiles à apprécier. Ils dépendent de la composition des communautés d'ongulés sauvages présentes, et de leurs rôles de réservoirs de pathogènes pour le bétail. Les interfaces faune-bétail peuvent être décrites dans leur dimension physique en fonction de la perméabilité supposée des limites qui séparent les aires protégées des zones périphériques aux contacts infectieux. Mais la définition même des contacts potentiellement infectieux n'est pas aisée, car elle dépend du mode de transmission des pathogènes considérés, par contact direct avec un individu infectieux, ou par contact indirect avec un élément de l'environnement contaminé ou un vecteur. Par ailleurs, la fréquence et la distribution dans le temps et l'espace des contacts potentiellement infectieux entre la faune et le bétail sont également déterminés par une combinaison complexe de facteurs écologiques (e.g. comportement, préférences alimentaire et d'habitat, physiologie,...) et humains (e.g. pratiques d'élevage, gestion de la faune,...), comme nous le détaillerons dans les paragraphes suivants.

D. Déterminants écologiques des interactions entre ongulés sauvages et domestiques

Comportement alimentaire des ongulés sauvages et domestiques sympatriques

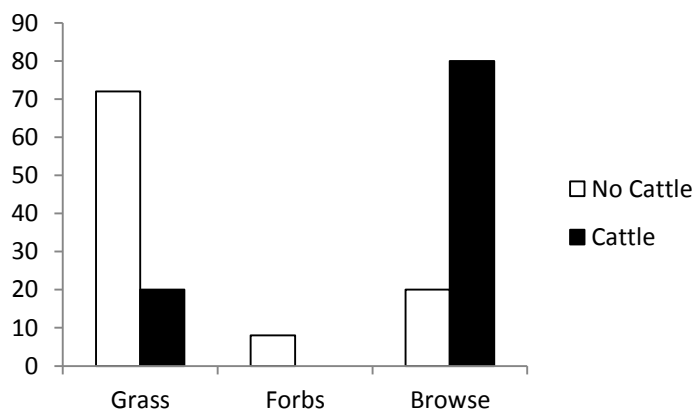
Le fait que les communautés d'herbivores des écosystèmes de savanes africaines comprennent un nombre si élevé d'espèces ayant des niches écologiques apparemment similaires fascine les écologues depuis des décennies (e.g. (Jarman, 1972;Leuthold, 1978)). De nombreuses études théoriques et empiriques, ont analysé les mécanismes de coexistence entre ces espèces d'ongulés sympatriques, révélant notamment des interactions de type « *competition and/or facilitation* » en fonction des caractéristiques des peuplements d'herbivores et de plantes (Arsenault and Owen-Smith, 2002), ainsi que l'existence de mécanismes de partition des ressources (sensu (Gordon and Illius, 1989)) entre les espèces en fonction de leur taille, leur appareil digestif et de la qualité et quantité des ressources disponibles (McNaughton and Georgiadis, 1986).

On distingue deux grands groupes de grands herbivores en fonction de leur régime alimentaire et de l'anatomie de leur appareil digestif (Van Soest, 1994) : les paiseurs (« *grazers* ») qui consomment essentiellement le feuillage de monocotylédones, alors que les brouteurs (« *browsers* ») consomment essentiellement le feuillage de dicotylédones, un groupe intermédiaire (« *mixed feeders* ») étant constitué par les herbivores ayant un régime alimentaire mixte, constitué essentiellement de graminées lorsqu'elles sont encore vertes puis de feuilles de ligneux lorsque les graminées disparaissent en saison sèche (du Toit and Olff, 2014). Par exemple, parmi les espèces d'herbivores les plus communes dans les zones d'interfaces en Afrique australe, on distingue le grand koudou (*Tragelaphus strepsiceros*) qui est considéré comme un brouteur (Owen-Smith and Cooper, 1989), alors que les bovins domestiques (*Bos taurus* et *Bos indicus*) sont généralement considérés comme des paiseurs (Van Soest, 1994), l'impala (*Aepyceros melampus*) ayant un régime alimentaire de paisseur mixte (Dunham, 1982;A02. Fritz and de Garine-Wichatitsky, 1996).

Ainsi, sur le ranch mixte de Kelvin Grove au Zimbabwe (cf thèse (de Garine-Wichatitsky, 1999)), les impalas étaient en compétition à la fois avec les koudous pour les ressources ligneuses (A12. de Garine-Wichatitsky et al., 2004), et avec les bovins pour la strate herbacée (A01. Fritz et al., 1996). De fait, les interactions compétitives entre herbivores sympatriques sont complexes et difficiles à démontrer (« *the ghost of competition past* » (Connell, 1980;Morris, 1999)), d'une part parce qu'elles varient en fonction de la disponibilité des ressources, et d'autres par, parce qu'il existe un certain nombre de mécanismes d'évitement de la compétition. Ainsi, si les grands koudous et les impalas du site de Kelvin Grove ont certes des préférences similaires pour certaines espèces de ligneux en saison sèche (*Acacia spp* et *Dicrostachys cinerea*), mais des mécanismes fins de sélection différentielle des arbres consommés en fonction de leur taille limitent le recouvrement des niches alimentaires entre les deux espèces (A12. de Garine-Wichatitsky et al., 2004). De même, si les bovins

domestiques et les impalas ont des préférences similaires pour les graminées et les phorbes de la strate herbacée en saison des pluies (mais voir (CO01. Fritz et al., 1995) sur l'importance des ligneux pour les bovins), les impalas adaptent leur régime alimentaire en fonction de la présence/absence des bovins (Figure D.1 ; (A01. Fritz et al., 1996)), ce qui limite la compétition directe pour ces ressources.

Figure D.1 (d'après (A01. Fritz et al., 1996)) : Comparaison du régime alimentaire des impalas en saison des pluies dans des paddocks sans bovin (« no cattle ») et avec bovins (« cattle ») sur le site de Kelvin Grove (Zimbabwe). Type de fourrage : « Grass » : graminées ; « Forbs » : herbacées semi-ligneuses ; « Browse » : ligneux.



Les espèces de grands herbivores appartenant à ces deux groupes, « paiseurs » et « brouteurs », ont des caractéristiques comportementales et fonctionnelles différentes (Gordon and Prins, 2008). Les stratégies alimentaires de ces ongulés résultent d'un ensemble de décisions qui interviennent à différents niveaux, depuis l'écosystème jusqu'aux parties des plantes consommées (Johnson, 1980), et la sélection des habitats dans lesquels les individus se nourrissent n'est qu'un des niveaux de décision (Duncan, 1983). Dans le cadre de ce chapitre, nous ne détaillerons pas le comportement alimentaire des ongulés sauvages et domestiques au Zimbabwe (A02. Fritz and de Garine-Wichatitsky, 1996; A12. de Garine-Wichatitsky et al., 2004) et en Nouvelle-Calédonie (voir Encadré D.1 ; (A07. Vourc'h et al., 2002; B03. de Garine-Wichatitsky et al., 2003; A14. de Garine-Wichatitsky et al., 2005)) car cela nous éloignerait de la problématique de ce mémoire. Cependant, l'accès aux ressources alimentaires (eau de surface, fourrages) détermine en grande partie les préférences d'habitat des herbivores sauvages et domestiques dans les zones semi-aride de savane d'Afrique australe, et donc les risques de contacts (direct ou indirect) non seulement avec les espèces sympatriques qui partagent ces ressources mais également avec les stades libres infestant des parasites (Freeland, 1983).

Gradients de ressources, mouvements et contacts interspécifiques

La distribution des ressources au sein des agroécosystèmes des zones semi-arides d'Afrique australe est variable dans le temps et dans l'espace, et les herbivores doivent s'adapter à cette hétérogénéité pour survivre (Scoones, 1992a; Scoones, 1995). Par exemple, dans la zone communale de Malipati située en périphérie du parc national du Gonarezhou (South-East Lowveld du Zimbabwe), Zengeya

Encadré D.1 : La Nouvelle-Calédonie comme laboratoire des interactions Herbivores-Plantes: régime alimentaire du cerf rusa *Cervus timorensis rusa*



La Nouvelle-Calédonie possède une flore indigène originale et très diversifiée, avec plus de 3 250 espèces de plantes vasculaires décrites et un ratio d'endémicité spécifique de plus de 75 pour cent (Jaffré et al., 2001). Toutefois, quelques 1 600 espèces végétales y ont été introduites, dont des espèces cultivées et d'autres qui sont désormais naturalisées ou sub-spontanées (MacKee, 1994).

La faune indigène de l'archipel est par ailleurs caractérisée par l'absence de mammifères à l'exception des chiroptères (Gargominy et al., 1996; L04. Pascal et al., 2006). Tous les mammifères terrestres vivant à l'état sauvage ou en semi-liberté y ont été introduits à une époque relativement récente, notamment les grands herbivores tels que les bovins domestiques et les cerfs rusa qui ont été introduits dans le courant du XIX^e siècle (A19. de Garine-Wichatitsky et al., 2009).

Cette situation quasi-expérimentale grandeur nature (Read and Clark, 2006) nous a permis de tester plusieurs hypothèses concernant les interactions herbivores-plantes et l'acquisition de défenses chimiques. Les plantes endémiques n'ayant pas de passé de coévolution, l'hypothèse est qu'elles ne disposent pas de défenses physiques et/ou chimiques contre les grands herbivores, et sont donc plus consommées que les plantes introduites, les plantes indigènes non endémiques pouvant avoir des niveaux d'appétence intermédiaires en fonction de leurs aires de répartition. La revue de synthèse réalisée par de Garine-Wichatitsky et al (B03. de Garine-Wichatitsky et al., 2003) concernant l'appétence de 120 taxons de plantes n'indique pas de différence significative entre les plantes endémiques, indigènes et introduites (Tableau D.E.1).

Tableau D.E.1 : Origine (introduite/native) et statut (endémique/non endem.) de plantes consommées ou évitées par le cerf rusa en Nouvelle-Calédonie (n=120 ; cf B03. de Garine-Wichatitsky et al 2003)

Deer Preference	Origin and status			
	Introduced/ cultivated	Introduced/ naturalised	Native/ non endemic	Native/ endemic
o	0	14	13	5
+	1	9	10	7
++	12	24	17	8
Total	13	47	40	20

Preference for Rusa Deer : ++ = preferred or staple food ; + = little eaten ; o = plants never.

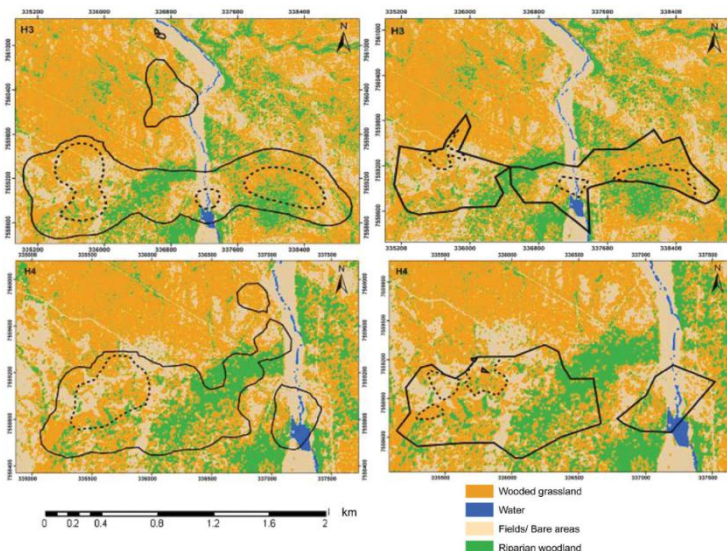
Cette même revue révélait qu'une proportion significative des espèces indigènes, endémiques ou non endémiques, présentaient des organes (épines et crochets) pouvant s'apparenter à des défenses physiques contre des herbivores. Des tests menés en conditions expérimentales (test cafeteria ; de Garine-Wichatitsky et al, données non publiées 2004-2005) ont confirmé que certaines plantes endémiques étaient évitées par les cerfs rusa, notamment pour les feuilles très dures d'espèces de maquis minier et de forêt sclérophylle. Ainsi, la sclérophylle, qui est une adaptation développée par ces plantes endémiques en réponse au stress hydrique et un déficit de nutriment dans le sol (A16. Read et al., 2006), pourrait représenter une défense anti-herbivore avantageuse dans des conditions édaphiques particulièrement difficiles (A18. Read et al., 2009). Ces expériences en milieu contrôlé ont également permis de tester sur le cerf rusa l'existence de composés chimiques ayant un effet répulsif « universel » pour les cervidés, ayant le même effet sur le cerf à queue noire au Canada et le chevreuil en France (A07. Vourc'h et al., 2002).

Le régime alimentaire du cerf rusa sur deux sites de forêt sèche et de forêt humide, établis à partir de l'analyse de près de 120 contenus de panse (A14. de Garine-Wichatitsky et al., 2005) a confirmé le statut de paisseur mixte opportuniste, capable d'adapter son régime en fonction de la disponibilité des ressources fourragères. Ces résultats suggèrent par ailleurs un impact important sur certaines espèces endémiques, notamment sur les espèces ligneuses de forêts humides. Les relevés effectués sur des placettes en forêts sèches confirment un impact direct sur la plupart des espèces ligneuses menacées (8 espèces menacées dont 3/5 classées en danger critique (CR) selon les critères de l'UICN ; (Jaffré et al., 1998)). Plus préoccupants encore du point de vue de la conservation de la biodiversité sont les impacts indirects des cerfs rusa, qui sont susceptibles de disséminer les graines de certaines plantes envahissantes tout en contrôlant également leur prolifération (Act05. de Garine-Wichatitsky and Spaggiari, 2008). Ainsi, le contrôle ou l'éradication locales des populations de cerf pourrait avoir des effets en cascade aussi néfastes que leurs effets directs sur les formations endémiques (Courchamp et al., 2003).



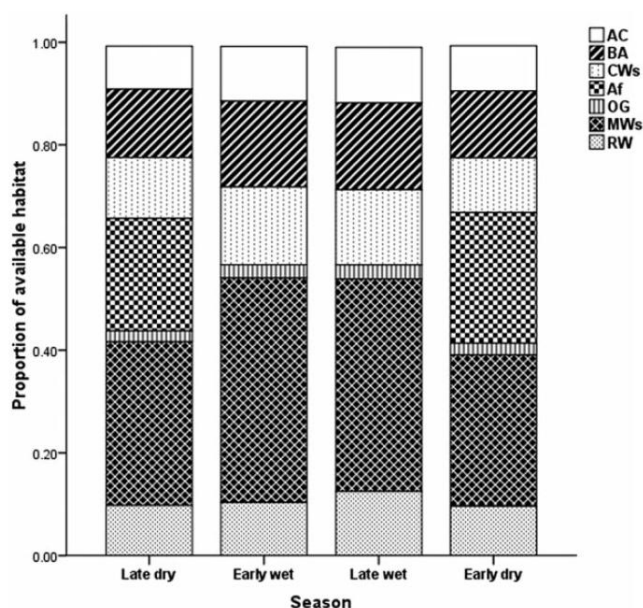
et al. (A24. Zengeya et al., 2011) ont ainsi démontré par une combinaison d'analyses d'images satellites et de données de télémétrie (colliers GPS posés sur des vaches ; Figure D.2) que cette hétérogénéité spatiale et temporelle des ressources fourragères concernait à la fois leur abondance (A24. Zengeya et al., 2011) et leurs qualités nutritionnelles (Zengeya et al., 2013).

Figure D.2 (d'après (A24. Zengeya et al., 2011) : Comparaison des domaines vitaux (90% ligne solide ; 50% ligne pointillé) de deux bovins (H3 et H4) de la zone communale de Malipati en saison sèche (Sept-Oct. 2008) en utilisant deux méthodes d'estimation (figures de gauche « fixed kernel » ; figures de droites LoCoH). La ligne bleue (« water ») marque la limite entre la zone communale et la zone protégée (voir détail des méthodes (A24. Zengeya et al., 2011)



Les troupeaux bovins exploitent cette hétérogénéité de la disponibilité des ressources, en modifiant leur utilisation saisonnière des habitats disponibles, y compris les habitats créés par les activités agricoles car les résidus de récolte représentent une ressource fourragère importante en saison sèche (Figure D.3 ; (A35. Zengeya et al., 2014)). Notons toutefois que les déplacements et la sélection des habitats disponibles par les bovins domestiques sont contraints (par rapport aux herbivores sauvages en liberté), d'une part parce qu'ils sont parqués toutes les nuits dans des « kraals » à proximité des habitations des éleveurs (« *central place forager* » ; (Stephens and Krebs, 1986)), et d'autre part parce qu'ils sont accompagnés au pâturage et aux points d'abreuvement par des bergers (voir chapitre E).

Figure D.3 (d'après (A35. Zengeya et al., 2014)) : Proportions des types d'habitat (hors point d'eau) au sein du domaine vital annuel des troupeaux de bovins de la zone communale de Malipati. Saisons : saison sèche chaude (« *late dry* »), saison des pluies (« *early wet* »), post-saison des pluies (« *late wet* ») et saison sèche froide (« *early dry* »). Habitats: AC, fourrés à *Acacia spp* ; BA, sol nu ; CWs, Savane arbustive à *Combretum spp* ; Af, champs cultivés ; OG, prairies ; MWs, savane arbustive à *Colophospermum mopane* ; RW, forêt riveraine.



Dans les zones d'interfaces, ces mouvements des herbivores sont influencés par les gradients de ressources qui existent entre les zones protégées et les zones périphériques adjacentes, notamment les zones communales dégradées par le surpâturage (Scoones, 1992b). Murwira et al. (L10. Murwira et al., 2013) suggèrent ainsi que les différences de biomasse végétale observées entre l'intérieur du parc de Gonarezhou et la zone communale adjacente de Malipati (Zimbabwe) constituent le déterminant majeur des mouvements des ongulés sauvages et domestiques, dans les deux sens. Ainsi, bien que les niches écologiques des herbivores sauvages et domestiques varient en fonction des espèces considérées, notamment entre les « pisseurs » et les « brouteurs », les habitats clefs utilisés durant la période où les ressources fourragères sont les limitantes en quantité et en qualité, sont souvent les mêmes. Par exemple, sur le ranch mixte de Kelvin Grove (Fritz, 1995; de Garine-Wichatitsky, 1999), Fritz et al. (A01. Fritz et al., 1996) ont estimé que le pourcentage de recouvrement de l'utilisation des habitats (« *habitat overlap* ») entre les grands koudous et les bovins variait en fonction des saisons entre 64% et 92%, et entre 79% et 97% pour les impalas et les bovins. Nous avons vu au paragraphe précédent que la plasticité des impalas leur permettait de modifier leur régime alimentaire (« pisseur » à « brouteur ») en fonction de la présence/absence des bovins dans les enclos. De manière similaire, les impalas modifient leur utilisation des habitats préférés en fonction de la présence/absence des bovins (Figure D.3), évitant ainsi en partie une compétition directe avec les bovins pour les mêmes espaces.

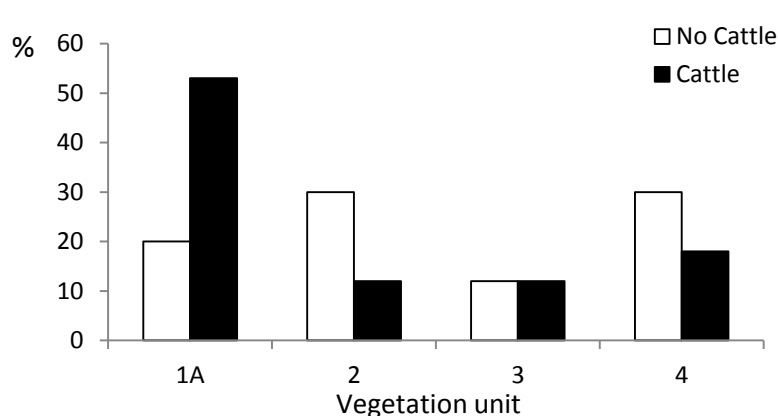
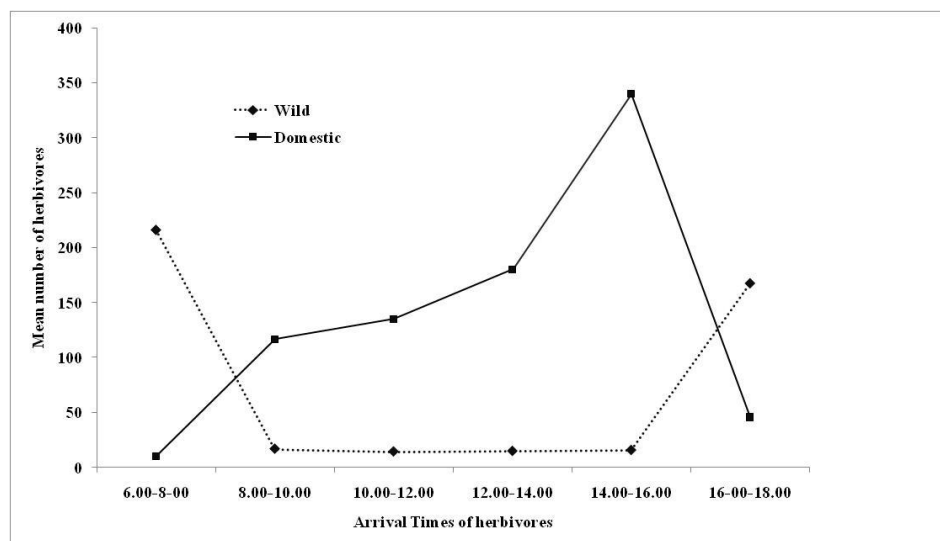


Figure D.3 (d'après (A01. Fritz et al., 1996)) : Variations de l'utilisation des habitats les plus fréquentés par les impalas en saison des pluies en fonction de la présence des bovins (paddocks avec « cattle » ou sans « no cattle ») sur le ranch de Kelvin Grove, Zimbabwe (voir détails méthodologiques (A01. Fritz et al., 1996)).

L'accès à l'eau est également un élément essentiel qui conditionne les mouvements et la distribution des herbivores en zones semi-arides, que ce soit pour les herbivores sauvages (e.g. (Chamaillé-James et al., 2007)) et domestiques (Scoones, 1995; Bergström and Skarpe, 1999). Cette contrainte est particulièrement importante pour les espèces considérées comme dépendante de l'eau de surface, comme les buffles ou les bovins (Traill, 2004; L15. Kock et al., 2014 in press). Pourtant, les herbivores sauvages et le bétail, qui sont font face à des compromis (« trade-off ») similaires par rapport à l'accès aux ressources fourragères/distance aux point d'eau, ont des distributions différentes dans le temps (Figure D.4 (B08. Zvidzai et al., 2013)) et dans l'espace (de Leeuw et al., 2001).

Figure 4 : Heures moyennes d'arrivée au point d'eau des herbivores sauvages (« wild », essentiellement éléphants, buffles, grands koudous, impala) et domestiques (bovins, chèvres) en périphérie du parc national du Gonarezhou (SE lowveld, Zimbabwe). Moyenne des observations entre le lever du soleil et le coucher du soleil sur 4 points d'eau en saison sèche (voir détails (B08. Zvidzai et al., 2013)).



Implications pour la gestion des risques sanitaires aux interfaces faune-bétail

La partition des ressources, notamment fourragères, entre les pousseurs et les brouteurs en zone de savane a été mise en avant depuis longtemps comme un des arguments justifiant la mise en place de systèmes mixtes faune/bétail (Cumming, 1993). (Prins and Fritz, 2008) ont démontré par exemple que les systèmes qui comportent des brouteurs spécialistes utilisaient de manière plus complète la production primaire et qu'ils optimisaient la complémentarité des niches des herbivores en interactions. L'utilisation des ressources fourragères, et les préférences d'habitat qui en découlent en partie, varient de manière très significative en fonction des espèces d'herbivores considérées, mais également en fonction des espèces en interaction. La compréhension fine des recouvrements/partition des ressources entre herbivores sauvages et domestiques ne peut s'appréhender que par une analyse fine des communautés d'herbivores en présence.

Les risques sanitaires dans les zones d'interface faune-bétail (et les systèmes mixtes de manière plus générale) dépendent non seulement de l'utilisation des habitats disponibles par les différentes espèces, mais également de la distribution des parasites infestant dans l'environnement. Le niveau d'agrégation maximale des stades infestant dans les paysages utilisés par les herbivores (e.g. à l'échelle de la plante, du site de prise de nourriture, ou du paysage) est un élément essentiel du caractère prévisible, et donc potentiellement contrôlable, des risques sanitaires. L'identification de possibles associations entre les risques d'infestation par des parasites et des ressources données, dans le temps et dans l'espace, aurait une importance considérable pour la gestion des risques sanitaires dans les zones d'interface. Par ailleurs, les risques sanitaires aux interfaces dépendent également des

contacts (fréquence et intensité) entre le bétail et les herbivores sauvages, et cet aspect est particulièrement important pour gérer au mieux les conflits faune-bétail. Ainsi, il ne s'agit plus seulement d'identifier les déterminants écologiques des mouvements du bétail et des herbivores sauvages sympatriques, mais de comprendre afin de mieux les maîtriser les déterminants des contacts, potentiellement infestants, entre herbivores sauvages et domestiques, ce qui requiert le développement d'outils d'analyses appropriés.

Un autre point important concernant la gestion des grands herbivores est la question des échelles d'interventions. Comme le souligne Gordon et al. (Gordon et al., 2004), les grands herbivores ont en général des domaines vitaux d'une taille importante, et c'est souvent à ces échelles que les mesures de gestion sont prises, ce qui n'est pas forcément l'échelle appropriée pour la gestion des ressources (fourragères, eau) ou des risques sanitaires. Par ailleurs, les mouvements des herbivores sauvages, pouvant contribuer à la dissémination des parasites, peuvent avoir lieu sur des distances considérables, et être motivés par des déterminants indépendants de l'accès aux ressources. Par exemple, l'étude de la dynamique des troupeaux de buffles en Afrique australe a révélé de fréquents événements de recomposition des troupeaux (« fusion/fission ») (Cross et al., 2005). Caron et al. ((AS9. Caron et al., Soumis) ; Figure F.3) ont démontré des événements de dispersion de jeunes femelles sur de longues distances, au travers de frontières internationales et de zones communales. Sans une compréhension globale des déterminants de la distribution des grands herbivores à l'échelle des paysages, l'efficacité des approches adoptées pour leur gestion à des échelles larges restera limitée (Gordon et al., 2004), notamment pour ce qui concerne les risques sanitaires associés.

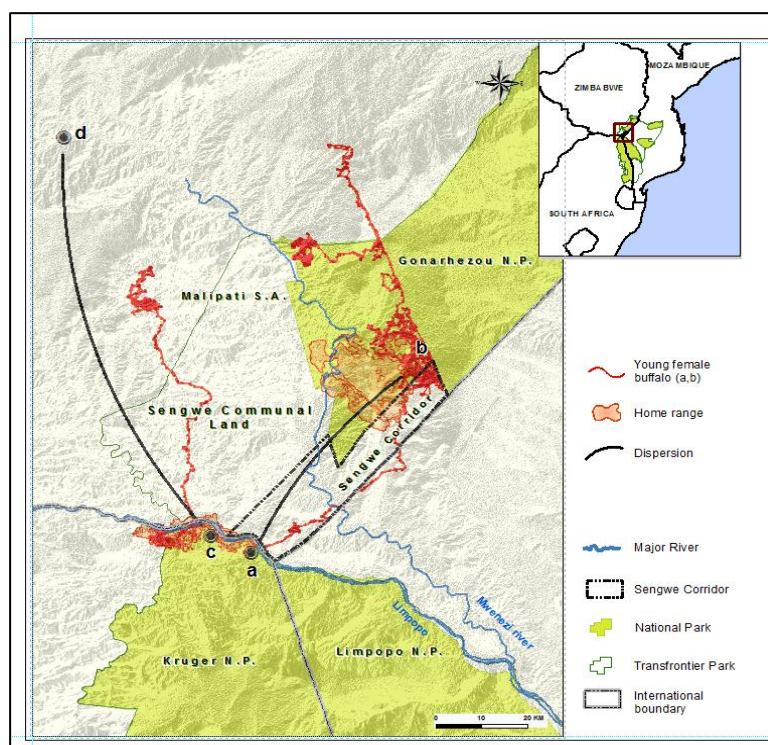


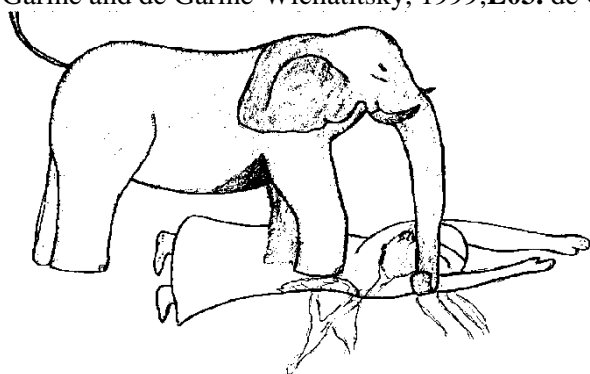
Figure F.3 (d'après AS9. Caron et al soumis): Mouvements transfrontaliers de buffles *Syncerus caffer* au travers des frontières du Great Limpopo TFCA. Domaines vitaux annuels de femelles adultes (« home range » n=5) et mouvements de dispersion de jeunes buffles (« young female ») entre le Nord du parc du Kruger en Afrique du Sud et le Zimbabwe, dans le parc du Gonarezhou et la zone communale de Sengwe: i) 95 km en distance directe [a-b] en 6 jours pour une femelle de 2,5 ans en Janvier 2014 ; ii) plus de 60 km parcourus en distance directe en 8 jours par une autre femelle de 4 ans en Février 2014 ; iii) 96 km en distance directe [c-d] pour une femelle de 2-4 ans (entre 2010-2013).

E. Déterminants anthropiques des interactions entre ongulés sauvages et domestiques et risques sanitaires associés

Les populations rurales qui vivent en périphérie des aires protégées d'Afrique australe sont souvent pauvres et marginalisées socialement, ayant souvent été déplacées, soit parce qu'elles ont été expulsées lors de la création de ces mêmes aires protégées, soit parce qu'elles y ont trouvé refuge avoir été déplacé depuis des zones densément peuplée de leurs pays d'origine (L. Andersson et al., 2013). Les ménages de ces communautés en périphérie des aires protégées survivent grâce à une combinaison d'activités agricoles et d'autres activités (Giller et al., 2013) et plus ou moins opportunistes. Ces activités dépendent d'un ensemble hétérogène de paramètres, tels que l'éducation, l'appartenance ethnique, les techniques agricoles utilisées,... Mais l'accès aux ressources naturelles, y compris l'accès à la terre, joue un rôle particulièrement important pour absorber les chocs (économiques, sanitaires, environnementaux) subis par les ménages (Paumgarten, 2006), notamment en période de soudure alimentaire et/ou de déficit alimentaire dû à des événements climatiques exceptionnels (de Garine, 1993; de Garine, 2005). De même, en période de sécheresse, l'accès à l'eau de surface et le fourrage est une question de survie pour le bétail de ces populations aux interfaces en zone semi-aride d'Afrique australe. La compétition avec la faune pour ces ressources, comme nous l'avons évoqué dans le chapitre précédent, pourrait exacerber ces déficits (chroniques ou exceptionnels) et augmenter les risques sanitaires. Mais le paradoxe est que la proximité des aires protégées représente également une source providentielle, quoi que généralement illégale, de ressources pour les hommes et leur bétail en période de disette. Les gradients de ressources entre les aires protégées et des zones périphériques induisent les déplacements de la faune et du bétail au travers des limites qui les séparent. Ces gradients de ressources induisent également dans une certaine mesure les mouvements des hommes au travers de ces mêmes limites, bien que ceux répondent à un ensemble complexe de motivations historiques, économiques, sociologiques et culturelles.

Conflits homme-faune dans les zones d'interface

Les relations homme-nature, particulièrement dans les zones d'interface, ne se limitent pas à des interactions d'ordre matériel, mais elles sont également d'ordre socio-culturel et psychologiques, comme la peur, ancestrale, de vivre avec des animaux sauvages dangereux (Marks, 1976; **B02.** de Garine and de Garine-Wichatitsky, 1999; **L03.** de Garine and de Garine-Wichatitsky, 2006).



Dessin d'un enfant de la zone communale de Nyaminyami (Zimbabwe) en référence à un accident intervenu peu avant les enquêtes menées en 1996 (**B02.** de Garine and de Garine-Wichatitsky, 1999)

Pour les populations vivant en périphérie des aires protégées en Afrique australe, ces interactions avec la grande faune se traduisent par plusieurs types de conflits (Lamarque et al., 2009; **L11.** de Garine-Wichatitsky et al., 2013). La Figure E.1 illustre les statistiques recueillies par le district de Mbire (moyenne vallée du Zambèze, Zimbabwe) pour la période 2006-2009 concernant les cas de conflits homme-faune, incluant des agressions physiques sur les personnes (ayant parfois entraîné la mort des villageois), des dégâts occasionnés aux cultures par les herbivores sauvages, et la prédation sur le bétail par des carnivores sauvages.

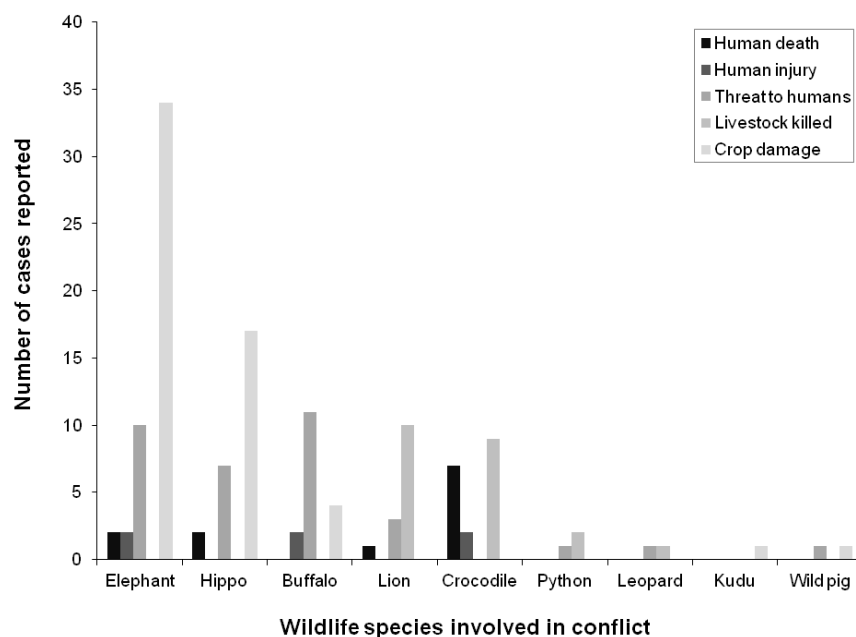


Figure E.1: Conflits homme-faune et leurs sources pour le district de Mbire, moyenne-vallée du Zambèze, Zimbabwe. Les barres d'histogramme indiquent le nombre de cas rapportés au Mbire Rural District Council pour la période Janvier 2006 à Juillet 2009.

Il existe une relation positive entre la fréquence de ces conflits et la distance à l'aire protégée, que ce soit pour la fréquence des événements de prédation sur le bétail (Chaminuka et al., 2012; **L11.** de Garine-Wichatitsky et al., 2013), et pour les dégâts aux cultures occasionnés par la faune. Ainsi que l'illustre la Figure E.2 (Guerbois, 2012; **L11.** de Garine-Wichatitsky et al., 2013), les champs du village de Magoli, situé en périphérie d'une aire protégée de la zone de Hwange (Zimbabwe), subissent des dégâts plus importants par les éléphants, et dans une certaine mesure les potamochères, lorsqu'ils sont proche de la zone protégée. Notons également que les dégâts dus aux bovins domestiques atteignent également des niveaux très significatifs dans certains champs, parfois supérieurs aux dégâts dus à la faune, ce qui est un élément important pris en compte par les éleveurs pour la gestion de l'utilisation de l'espace par les bovins, comme nous le verrons dans la suite.

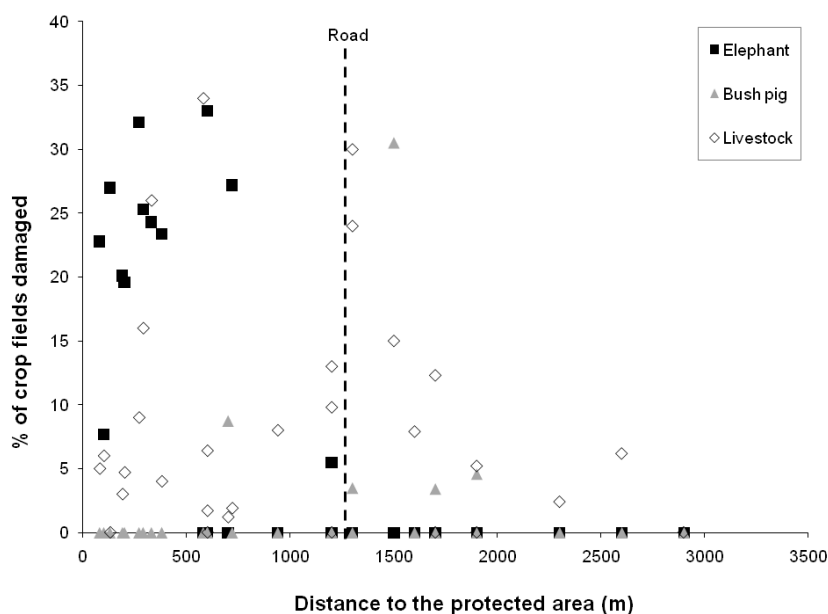


Figure E.2 (d'après (Guerbois, 2012) ; (L11. de Garine-Wichatitsky et al., 2013) : dégâts dus aux grands herbivores dans les champs du village de Magoli, situé à la bordure nord du Parc National, Zimbabwe. Pourcentage de de destruction de chaque champs suivi (n=30, Mai 2009) en fonction de la distance à la zone protégée. *Elephant* : éléphant ; *bush pig* : potamochère ; *cattle* : bovins domestiques.

Parmi les différents types de conflits home-faune (Lamarque et al., 2009), la transmission de maladies est une des causes majeurs des conséquences négatives, directes ou indirectes, subies par les populations locales vivant en périphérie des aires protégées (L11. de Garine-Wichatitsky et al., 2013). Ces impacts sont particulièrement importants dans les pays en développement, qui n'ont pas les moyens de répondre efficacement aux défis du contrôle des zoonoses et des maladies du bétail (Zinsstag et al., 2005). Or les maladies associées à la faune peuvent affecter les populations humaines vivant en périphérie des aires protégées de plusieurs manières. De manière directe tout d'abord, en affectant la santé des éleveurs et autres catégories socio-professionnelles en contact direct avec le bétail, ou avec la faune, car les animaux sauvages peuvent être à l'origine de maladies infectieuses émergentes (Daszak et al., 2000), comme l'ont illustré les épidémies majeures des dernières décennies (H5N1 hautement pathogène, SRAS (Weber and Stilianakis, 2007; Yang et al., 2007)). De ce point de vue, les zones périphériques des aires de conservation en zone tropicale représentent des sites particulièrement à risque pour de nouvelles émergence ("*hotspot areas for EID emergence*" (Jones et al., 2008)). Par ailleurs, le bétail a souvent une importance socio-culturelle et économique considérable pour ces populations agropastorale, dont les modes de vie sont particulièrement vulnérables aux chocs externes qui affectent leur bétail, notamment la mortalité et les pertes de productivité dues aux maladies.

Les risques sanitaires représentés par la faune sont également indirectement responsables d'une perte d'opportunités commerciales pour les éleveurs locaux. En effet, la possibilité qu'il y ait des contacts entre leur bétail et les espèces sauvages réservoirs de maladies, entraînent un certain nombre de restrictions de mouvements et des opportunités de vente. Ces restrictions concernent à la fois le niveau national, les animaux n'étant pas autorisés à circuler librement entre les zones infectées/indemnes, et le niveau international, suivant les règles définies par l'Office International de

Epizooties afin de limiter la dissémination des maladies animales transfrontalières (OIE, 2011). Par exemple, plusieurs pays d'Afrique australe (e.g. Afrique du Sud, Botswana, Namibie, Zimbabwe) ont mis en place un zonage complexe des espaces (zones indemnes, surveillance sans vaccination, vaccination, zone infectée...) en fonction de la présence des buffles réservoirs de fièvre aphteuse (Vosloo et al., 2002b; Thomson et al., 2003). En conséquence, le bétail élevé dans les zones périphériques aux aires protégées considérées où la fièvre aphteuse est considérée comme étant endémique, ne peuvent pas circuler librement pour être vendue hors de leur zone d'origine (NB, la fièvre aphteuse n'affecte pas l'homme), et ne peuvent être vendues pour le marché international que sous des conditions très particulières (e.g. "commodity-based" (OIE, 2011).

La transmission de maladies entre la faune et le bétail constitue un motif important de conflits homme-faune et représente probablement l'obstacle principal à la coexistence de la faune et du bétail en Afrique sub-Saharienne (Bourn and Blench, 1999). Comme l'illustre la Figure E.3, la fréquence des maladies du bétail associées à la faune est globalement plus importante pour les troupeaux situés à proximité d'une aire protégée, suivant une relation similaire à celles observées pour les autres types de conflits homme-faune. Notons que cette relation de cause à effet varie en fonction des maladies et des types d'interface considérées, comme nous l'avons vu au chapitre C (Tableau C.3). Mais il est intéressant de constater que les priorités données par les populations locales à ce type de conflits (sanitaire) par rapport aux autres causes de conflits liés à la faune (prédation, dégâts aux cultures), semble varier de manière considérable d'un site à l'autre (L11. de Garine-Wichatitsky et al., 2013).

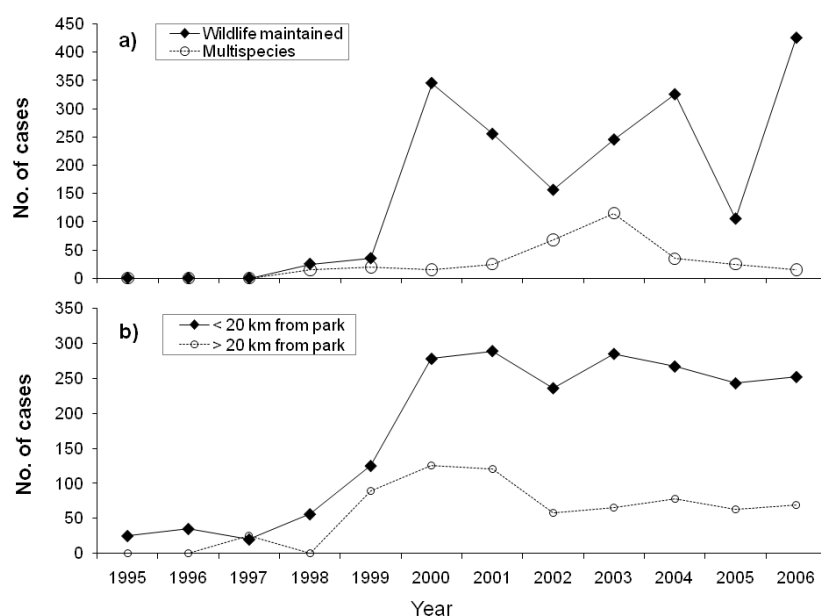


Figure E.3 (adapté de Marange et Marimwe ; (L11. de Garine-Wichatitsky et al., 2013)) : Fréquence annuelle des maladies associées à la faune chez le bétail du District de Hwange (Zimbabwe) durant la période 1995-2006. Nombre de cas recensés par les services vétérinaires : (a) graphique du haut, pour les maladies où la faune joue un rôle présumé de réservoir (*wildlife maintained*) ou les maladies qui affectent à la fois le bétail et la faune (*multispecies*) ; (b) selon la distance par rapport au parc.

Perceptions des risques sanitaires associés à la faune par les éleveurs

Les risques sanitaires représentent un risque pour les populations vivant au contact de la faune. Mais comment les éleveurs perçoivent-ils ces risques aux interfaces home-bétail-faune, et comment leurs pratiques influencent-elles ces risques? Les mécanismes impliqués dans la transmission des maladies

infectieuses sont très complexes (Bellan et al., 2012), particulièrement lorsqu'ils font intervenir des réservoirs sauvages, et il n'y a d'ailleurs pas toujours de consensus entre les spécialistes de la santé de la faune sur le rôle épidémiologique qu'elle joue dans de nombreux cas (Siembieda et al., 2011). D'autre part, les populations vivant en périphérie des aires protégées en Afrique austral appartiennent souvent à des groupes ethniques différents (Mukamuri et al., 2013), installés dans ces zones depuis des périodes de temps variables, souvent suite à des déplacements forcés. Or, la culture est un élément essentiel qui conditionne les représentations que les hommes se font de la maladie et du bien-être (Weiss, 2001). Ainsi, il est possible que les éleveurs vivant en périphérie des aires protégées aient des perceptions différentes du rôle joué par la faune dans l'épidémiologie des maladies du bétail, en fonction de leur appartenance ethnique et de leur culture, de leur temps de résidence dans la zone d'étude (Decker et al., 2010).

Nous avons mené une enquête de terrain en périphérie des zones de conservation transfrontalières du Great Limpopo et de Kavango-Zambezi (Zimbabwe) afin d'évaluer la perception par les acteurs locaux sur les risques sanitaires pour le bétail associés à la faune sauvage (A31. de Garine-Wichatitsky et al., 2013). Les entretiens ont été réalisés avec les éleveurs à partir d'un guide d'entretien et d'un exercice de "free-listing" ((Borgatti, 1999), lors des regroupements du bétail pour des séances de détiquage collectif entre 2008 et 2009. Les résultats suggèrent que les informations relatives à la santé du bétail circulent largement et rapidement entre tous les groupes ethnolinguistiques, apparemment véhiculés essentiellement en langues Anglaise et Shona. La plupart des personnes interrogées avait une bonne connaissance de l'épidémiologie des principales maladies affectant leur bétail, et leur perception du rôle joué par la faune dans l'épidémiologie était en général en accord avec les savoirs scientifiques vétérinaires actuels. Parmi les espèces citées, le buffle était cité le plus souvent comme réservoir de maladies du bétail (« *a villain for inter-species spread of infectious diseases* » (Michel and Bengis, 2012)), le rôle de réservoir pour la fièvre aphteuse étant parfaitement connu de la grande majorité des personnes interrogées, mais d'autres espèces sauvages ont été également mentionnées sans que la littérature scientifique ne fasse mention de leur implication dans l'épidémiologie des maladies du bétail. Un des résultats les plus remarquables de cette enquête est l'hétérogénéité du classement des maladies citées entre les sites, indépendamment de la proximité des aires protégées. La fièvre aphteuse faisait exception, car cette maladie était mentionnée en premier rang par les éleveurs sur presque tous les sites, sans doute plus à cause de l'emphasis mise par les services vétérinaires pour le contrôle de cette maladie (vaccination, surveillance et contrôle des mouvements du bétail) qu'à cause des impacts réels de la maladie, car la mortalité et les pertes de productivité du bétail qui y sont associées sont limitées par rapports à d'autres maladies (e.g. maladies à tiques). Mais le rang attribué à toutes les autres maladies/syndromes cités par les éleveurs variait de manière considérable entre les sites, révélant l'existence de priorités locales concernant les maladies perçues comme les plus importantes, dont il convient de tenir compte lors de la priorisation des interventions des services vétérinaires.

Tableau E.1 : Perceptions du rôle joué par la faune dans l'épidémiologie des maladies du bétail les plus fréquemment citées par les éleveurs en périphérie des parcs transfrontaliers du Gonarezhou et de Hwange, Zimbabwe. Enquête menée auprès de 254 éleveurs entre février 2008 and décembre 2009 (n=1050 citations). Voir détails (A31. de Garine-Wichatitsky et al., 2013).

Disease/Syndrome	Disease Citation	Don't know	No	Yes	Species citation	Main wildlife sp. cited	Second most cited wildlife species
Foot and mouth	190	18%	4%	77%	171	Buffalo (82%)	Wildebeest (6%)
Lumpy Skin	127	52%	26%	22%	35	Buffalo (54%)	Wildebeest (17%)
Blackleg	122	39%	29%	32%	50	Buffalo (62%)	Wildebeest (14%)
Heartwater	89	39%	37%	24%	26	Buffalo (62%)	Wildebeest (11.5%)
Anthrax	67	46%	22%	31%	34	Buffalo (47%)	Wildebeest (15%)
Babesiosis	43	33%	47%	21%	10	Buffalo (80%)	Eland, Elephant (10%)
Anaplasmosis	42	38%	33%	29%	14	Buffalo (57%)	Elephant (14%) Greater kudu, Wildebeest (14%)
NID	42	48%	24%	29%	14	Buffalo (64%)	Wild dog (12%)
Rabies	38	8%	0%	92%	41	Jackal (78%)	Eland, Elephant (17%)
NID Limping	28	46%	32%	21%	6	Buffalo (67%)	Greater kudu (25%), All wild animals (25%)
Brucellosis	23	39%	48%	13%	4	Buffalo (50%)	All antelopes (25%)
Foot Rot	19	42%	37%	21%	4	Buffalo (75%)	Eland, Greater Kudu Sable (20%)
Mastitis	17	53%	35%	12%	5	Buffalo (40%)	Elephant (33%)
NID Ocular	16	44%	44%	13%	3	Buffalo (67%)	NA
NID Neurological	15	40%	53%	7%	0	NA	Wildebeest (50%)
NID Cutaneous	14	50%	29%	21%	4	Bushpig (50%)	NA
NID Diarrhea	14	57%	29%	14%	2	Buffalo (100%)	NA
Ticks	13	46%	0%	54%	9	Wildebeest (33%)	Bushpig (22%)
Dermatophilosis	10	40%	20%	40%	4	Buffalo (50%)	Bushpig, Wildebeest (25%)
NID Digestive	10	50%	30%	20%	1	Buffalo (100%)	NA
NID Paralysis	10	40%	0%	60%	7	Buffalo (71%)	Impala, Warthog (14%)
Newcastle	8	63%	25%	13%	1	Buffalo (100%)	NA
Contagious Ophthalmia	7	14%	57%	29%	2	Buffalo (100%)	NA
NID Salivation	7	57%	43%	0%	0	NA	NA
Theileriosis	7	57%	0%	43%	5	Buffalo (60%)	Wildebeest, Elephant (25%)

Pratiques des éleveurs et contacts faune-bétail

Nous avons vu au chapitre précédent (Chapitre D) que les mouvements du bétail dans les zones semi-arides d'Afrique, sont conditionnés par l'accès aux ressources, eau et fourrage. Les déterminants écologiques de ces mouvements sont similaires à ceux des herbivores sauvages, et cette attraction pour les mêmes ressources explique en partie les patrons de contacts faune-bétail, potentiellement infestant, dans les zones d'interface. Mais les mouvements des herbivores domestiques sont également déterminés par les pratiques des éleveurs, qui influencent leurs déplacements de manière ou indirecte. Les suivis des déplacements de bovins équipés de colliers GPS dans la zone communale de Malipati, située en périphérie du parc de Gonarezhou (Zimbabwe, Great Limpopo TFCA ; voir carte Figure C.3) illustrent les différentes échelles auxquelles cette influence anthropique intervient. Dans cette zone, les troupeaux sont accompagnés par des bergers (« *herders* ») qui accompagnent les troupeaux au pâturage et aux lieux d'abreuvement. Les résultats des suivis effectués démontrent que la présence des bergers n'est pas systématique toute l'année (notamment en saison sèche), ni même constante au cours de la journée, mais que la proximité des bergers influence la vitesse de déplacements des troupeaux (Figure E.4).

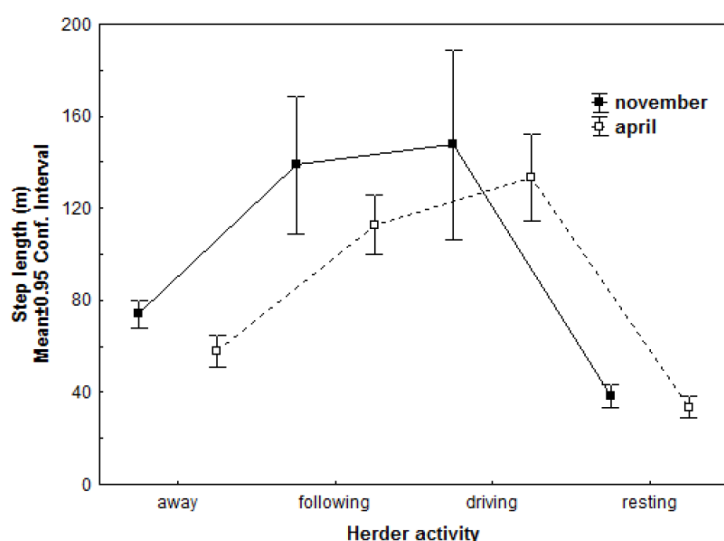


Figure E.4 (d'après (AS10. Zengeya et al., Soumis): Influence de la présence des bergers sur la vitesse de déplacement des troupeaux de bovins domestiques. Longueur moyenne de déplacement (« *step length* » en m) en saison des pluies (carrés blancs « *april* ») et en saison sèche (carrés noirs, « *november* ») en fonction de l'activité du berger (« *away* » : loin du troupeau sans interférence ; « *following* » : à l'arrière du troupeau à proximité ; « *driving* » à l'avant du troupeau à proximité » ; « *resting* » au repos).

A l'échelle du paysage, le fait que le bétail soit parqué tous les soirs dans des enclos (« *kraal* ») afin de le protéger des prédateurs et des voleurs de bétail, est un premier facteur d'origine anthropique qui contraint les déplacements des bovins. Les troupeaux de bétail font partie des « *central place forager* » ((Stephens and Krebs, 1986), leur point de départ étant fixe lorsqu'ils entreprennent des déplacements pour accéder aux ressources. La taille de leur domaine vital varie ainsi significativement en fonction des saisons (Figure E.5), mais la localisation de la zone centrale demeure similaire.

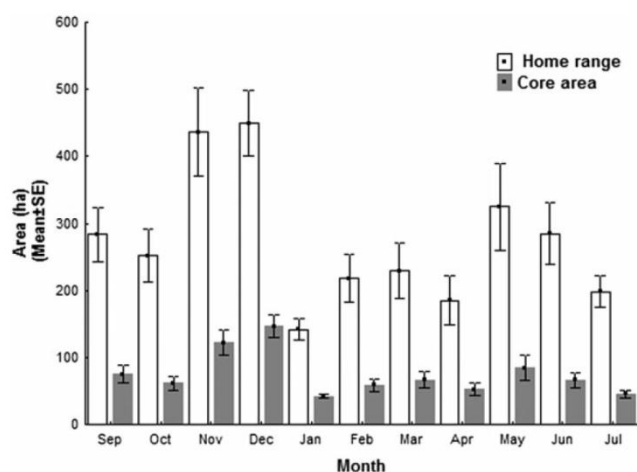


Figure E.5. (d'après (A35. Zengeya et al., 2014) : Variations mensuelles du domaine vital des bovins dans la zone de communale de Malipati. Taille du domaine vital (90%, « home range ») et du « core area » (50%) estimées par la méthode des kernels (« kernel density estimator »).

Au-delà de la localisation fixe de l'enclos, les éleveurs influencent également de manière directe les déplacements des troupeaux à l'échelle du paysage par leurs décisions concernant les zones de pâturages et les points d'abreuvement auxquels ils les conduisent quotidiennement (ou presque). Ces décisions résultent d'un ensemble de paramètres liés à la condition des ressources (notamment liée à la saison et aux variations interannuelles des précipitations), la connaissance des éleveurs de leur terroir et des ressources (fourragères) qu'elles contiennent, ainsi qu'un ensemble de savoirs liés à l'histoire, l'éducation, la position sociale et la culture des individus. Ces décisions dépendent également de l'organisation collective au niveau de la zone communale concernant l'accès aux zones pâturage, qui est elle-même le résultat de contingences historique, réglementaires et de jeux de pouvoirs à différents niveaux. Comme l'illustre la Figure E.6., un de facteurs majeurs qui influencent les mouvements et la distribution du bétail dans la zone de Malipati est la protection des champs, qui sont repoussés vers la zone protégée en saison des pluies... potentiellement en contact avec la faune.

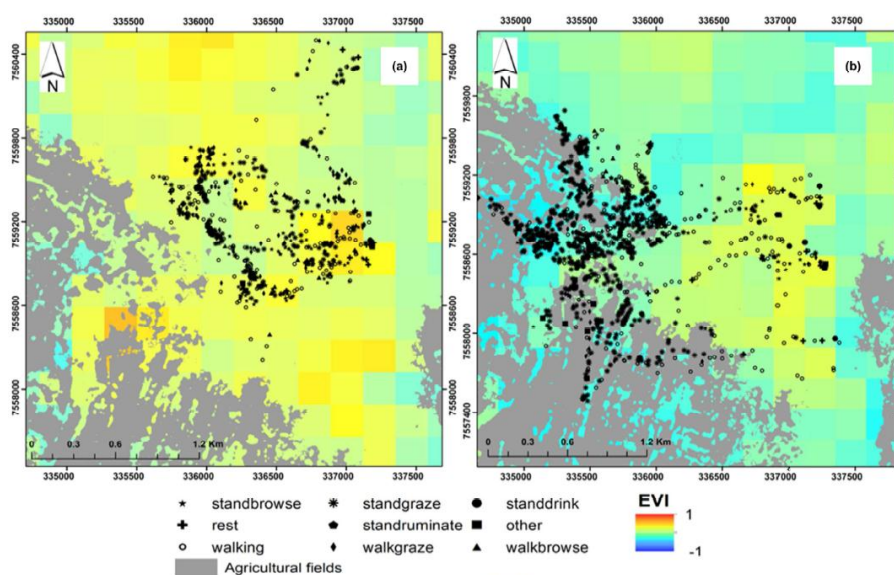


Figure E.6 (d'après (Zengeya et al., 2013). Distribution et activités des bovins suivis par colliers GPS dans la zone de Malipati (Zimbabwe) en saison des pluies (a) et en saison sèche (b) en relation avec les champs cultivés (en gris ; « agricultural fields ») et l'indice de verdeur de la végétation (EVI).

Les mouvements et la distribution des bovins domestiques dans les zones d'interface résultent d'un ensemble complexe de déterminants, en partie d'origine écologique, mais également d'origine anthropique en lien avec les pratiques des éleveurs. Les décisions prises par les éleveurs concernant la conduite de leurs troupeaux en zone d'interface peuvent se traduire par des contacts plus ou moins intenses et fréquents avec la faune (e.g. (A33. Miguel et al., 2013), notamment à l'intérieur des zones protégées. Les stratégies adoptées par les éleveurs varient en fonction de leurs perceptions des risques associés, qui ne concernent pas uniquement les risques de transmission de maladies (e.g. prédation, amendes ou confiscation du bétail), et des bénéfices perçus, parmi lesquels l'accès aux ressources (notamment pâturage) prend une place importante, mais qui peut également une dimension sociale ou politique (e.g. pâturer son bétail dans une aire protégée contestée peut être un acte de revendication foncière).

« Scale mismatch » et instrumentalisation de la santé de la faune

Les éleveurs jouent un rôle déterminant dans le succès des programmes de lutte contre les maladies du bétail, et également dans certains cas dans la lutte contre les maladies zoonotiques (e.g. (Zinsstag et al., 2005; Zinsstag et al., 2007) “*One Health*”). Pourtant, et en dépit du fait que les maladies vétérinaires et zoonotiques ont des impacts sanitaire et économique importants à tous les niveaux, les priorités et les stratégies des actions de lutte sont toujours définies à un niveau national et/ou international, sans tenir compte des avis et perceptions des éleveurs et autres acteurs locaux. De ce point de vue, le contrôle des maladies aux interfaces faune-bétail en Afrique austral est un cas typique de “*scale mismatch*” (Cumming et al., 2006), où les décisions et stratégies sont définies à un niveau, et appliquées à un autre niveau, sans qu'il existe de boucle de rétroaction (“*feed-back loop*”) entre les niveaux décisionnels et opérationnels.

On peut constater que les questions de santé liées à la faune sont instrumentalisées par différents groupes d'intérêt (L16. de Garine-Wichatitsky et al., 2014 in press) : conversationnistes, professions associées à l'élevage, lobby de la chasse, industrie de la faune ou du tourisme... Le détournement de l'argument du risque sanitaire ou environnemental à des fins protectionnistes est même utilisé par de nombreux états pour réintroduire des barrières aux échanges des produits agricoles supprimées à l'issue de l'Uruguay Round (Fontagné & Mimouni, 2001). Quelle que soit la région du monde considérée, le développement de l'agriculture s'est souvent accompagné de l'extirpation d'espèces sauvages, qu'il s'agisse de prédateurs, ravageurs de cultures ou réservoir de maladies du bétail. En Afrique australe la protection du bétail a joué, et joue encore actuellement, un rôle majeur dans la limitation de la distribution de la faune sauvage. La création des aires protégées de la région a été dictée par une succession de préoccupations économiques, démographiques, politiques... dont la lutte contre les maladies du bétail. Des abattages massifs d'espèces sauvages ont été pratiqués jusque dans les années 1970 en Rhodésie du Sud pour lutter contre la trypanosomiase (Child & Riney, 1987). Pour préserver les bovins de la fièvre aphteuse maintenue par les buffles, des espaces de taille

considérable de l'Afrique australe ont été soumis à un zonage par des milliers de kilomètres de clôture, avec d'importantes conséquences environnementales, qui persistent à l'heure actuelle (Ferguson & Hanks, 2010). Ce rôle de réservoir de la faune a également été utilisé par les conversationnistes qui se sont par exemple opposés à certains programmes d'éradication des mouches tsétsé, vectrices de la trypanosomiase, qui représente un frein à la colonisation de nouveaux espaces pour l'agriculture.

Il y a là tout en champ d'investigation à conduire sur les jeux d'acteurs, depuis l'échelle locale (périphérie d'un aire protégée), les échelles nationales (services vétérinaires nationaux) jusqu'à l'échelle des organismes internationaux (FAO, OIE, OMS...), en lien avec les grandes conventions et accords internationaux sur la gestion des maladies transfrontalières et la conservation de la biodiversité.

Perspectives : épidémiologie participative

Dans les zones d'interfaces où la faune est encore relativement abondante, le succès de la mise en place de programmes de gestion participative des ressources naturelles dépend en grande partie de la plus-value qu'ils apportent par rapport aux activités agricoles traditionnelles. Cette plus-value perçue par les populations locales dépend de facteurs très nombreux et très divers, incluant par exemple la qualité des sols, les précipitations, la confiance dans les élites dirigeantes ou l'existence de subventions pour les productions agricoles. Mais un des facteurs déterminants demeure la culture et les savoirs locaux (Getz et al., 1999). Bien souvent, les scientifiques occidentaux ne réalisent pas à quel point le succès de ces projets repose sur l'expertise et les capacités des populations locales (Sperling et al., 1993). Les savoirs locaux doivent orienter la collecte des données, les priorités des villageois guidant les options de gestion, alors que les institutions villageoises mettent en place des politiques définies (Getz et al., 1999).

Il en est de même pour la mise en place des programmes de lutte contre les maladies du bétail, qui dépendent largement des savoirs des éleveurs par rapport aux maladies (Munyeme et al., 2010a). Les éleveurs revendiquent une implication plus importante dans la gestion des maladies issues de la faune qui les affectent ainsi que leur bétail (Brook and McLachlan, 2006). Des programmes impliquant la participation des éleveurs pour dispenser les soins vétérinaires ("*community-based animal health delivery services*") ainsi que des approches d'épidémiologie participative ont été initiées depuis une vingtaine d'années en Afrique (Grahm and Leyland, 2005), afin d'améliorer l'implication des éleveurs dans les programmes de contrôle, les politiques de lutte et la priorisation des maladies sur lesquelles ils convient d'intervenir (Catley et al., 2012). Dans le cas de la transmission des maladies aux interfaces home-bétail-faune, il y a plusieurs raisons pour lesquelles de telles approches participatives seraient particulièrement appropriées. La complexité de l'épidémiologie de ces maladies, et de l'absence de consensus entre les experts des maladies de la faune, souvent liée à une absence de données empiriques, permettrait une co-construction des études et une valorisation des

savoirs locaux. D'autre part, la diversité ethnique et culturelle des populations vivant en périphérie des aires protégées en Afrique se traduit vraisemblablement par des différences concernant le rôle joué par la faune dans l'épidémiologie des maladies du bétail (Decker et al., 2010). Mais ces savoirs traditionnels incluent-ils la notion de santé de la faune sauvage ? Peu de travaux en attestent (**L16.** de Garine-Wichatitsky et al., 2014 in press). En Afrique, il est certain que les peuples agro-pastoraux ont connaissance de la faune sauvage comme source d'infection du bétail. Mais nous n'avons pas connaissance de travaux relatant des savoirs spécifiques à la santé de la faune, indépendamment des risques sanitaires pour l'homme ou le bétail. Une recherche approfondie dans les registres étiologiques indigènes des maladies du bétail ou de la faune chassée serait nécessaire pour préciser la connaissance de ces maladies par les populations autochtones dans différentes cultures. Par ailleurs, un champ de recherche est ouvert pour l'élaboration d'outils participatifs permettant d'analyser les perceptions, les pratiques et les jeux d'acteurs locaux sur les questions liées aux interactions faune-bétail (y compris épidémiologiques), afin de les prendre en compte pour proposer des modes de gestion co-construits. Cette démarche constituerait un pas important vers la concrétisation des attentes des populations locales par rapport à la mise en place des aires de conservation transfrontalières (e.g. (**L13.** Cumming et al., 2013).

F. La tuberculose bovine comme exemple complexe de transmission d'un pathogène à l'interface faune-bétail-homme en Afrique sub-saharienne

Nous avons vu dans les paragraphes précédents que les risques sanitaires à l'interface faune-bétail varient en fonction d'une combinaison complexe de paramètres écologiques, environnementaux, et humains. La tuberculose bovine offre un cas intéressant et relativement bien documenté (e.g. revue par (A32. de Garine-Wichatitsky et al., 2013)) des risques de transmission d'un pathogène entre des ongulés sauvages et domestiques (dans les deux sens « *spill-over* » vs « *spill-back* » (Nugent, 2011)), mais également à l'homme du fait du potentiel zoonotique de la maladie (Cosivi et al., 1998;Renwick et al., 2007).

***Mycobacterium bovis*, microparasite à large spectre d'hôte**

La bactérie *Mycobacterium bovis* responsable de la tuberculose bovine a été isolée d'un nombre considérable d'espèces de mammifères vivant en liberté dans des écosystèmes contrastés, depuis les forêts tempérées d'Amérique du Nord (Schmitt et al., 1997) jusqu'aux écosystèmes insulaires du Pacifique (Pfeiffer, 1994) et de Grande Bretagne, en passant par les zones semi-arides de la péninsule Ibérique (Aranaz et al., 2004) et les écosystèmes de savanes africains (Bengis et al., 1996). En Afrique, la bactérie a été isolée chez 18 espèces de mammifères sauvages (Bengis et al., 2012;A32. de Garine-Wichatitsky et al., 2013;Hlokwe et al., 2014, in press). Le rôle d'hôte réservoir (« *maintenance* », défini comme une population ou une communauté d'hôtes capables de perpétuer l'infection ; (Haydon et al., 2002)) n'a été démontré que pour trois espèces de mammifères sauvages, le buffle africain, le grand koudou *Tragelaphus strepsiceros*, et le lechwe de la Kafue *Kobus leche kafuensis*, mais il est également suspecté pour le phacochère *Phacochoerus africanus* (Bengis et al., 2012).

La transmission de la tuberculose bovine entre les buffles se fait essentiellement par voie respiratoire, par inhalation d'aérosols infectés nécessitant un contact rapproché entre individus, alors que la transmission aux autres espèces de mammifères résulte de la consommation de tissus infectés (prédateurs, charognards) ou par l'environnement contaminé par les excréments d'animaux infectés (jetage, salive...) (Michel et al., 2007). La transmission indirecte par l'environnement est suspectée, la bactérie pouvant persister dans les excréments d'animaux contaminés pendant plusieurs semaines (Tanner and Michel, 1999) dans les conditions « naturelles » en Afrique australe, même si la transmission par les points d'eau n'a pas été confirmée (Michel et al., 2007).

La transmission de *M. bovis* à l'homme résulte essentiellement de la consommation de lait ou de viande issus de bovins infectés (Cosivi et al., 1995). Chez la plupart des pays industrialisés, l'incidence de la maladie a été drastiquement réduite à la fois chez l'homme et les bovins grâce à l'association de programmes de pasteurisation du lait et de test-and-slaughter chez les bovins (Cosivi

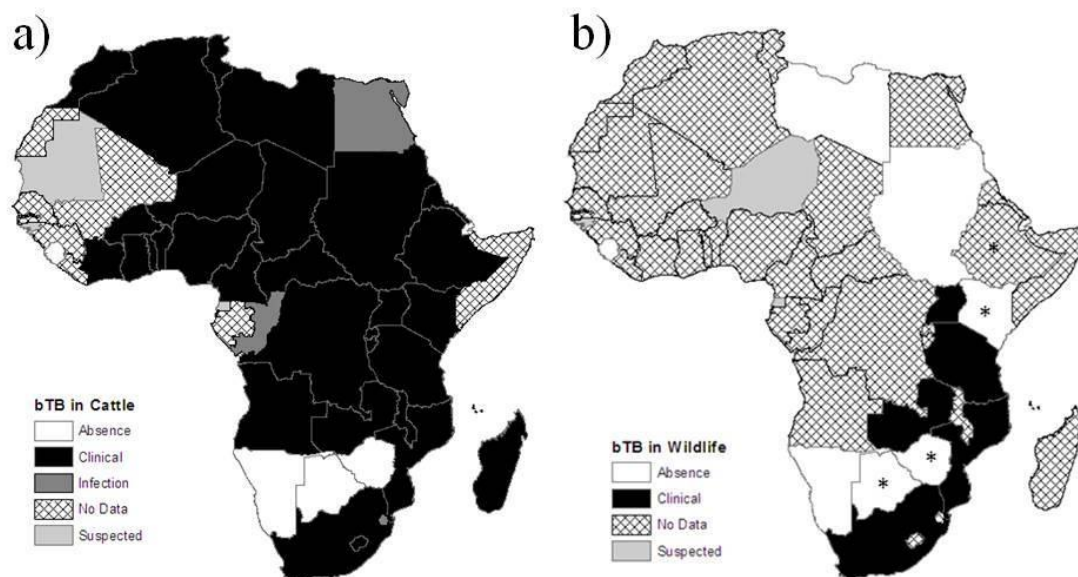
et al., 1998). En Afrique, la prévalence de *M. bovis* chez l'homme n'est pas connue, du fait de l'absence de statistiques fiables et des difficultés de diagnostic, notamment par rapport à la tuberculose humaine à *M. tuberculosis*. Il n'en demeure pas moins que *M. bovis* représente un risque zoonotique pour les populations rurales vivant au contact d'animaux domestiques et sauvages (Etter et al., 2006; Michel et al., 2009a), particulièrement pour les populations infectées par le virus du VIH (Cosivi et al., 1995).

Distribution de la tuberculose bovine à l'échelle continentale

La Figure F.1 représente la carte de répartition des cas de tuberculose bovine en Afrique subsaharienne, chez le bétail et la faune sauvage, établie à partir des données officielles communiquées par les états à l'OIE pour la période 1996–2011, complétée par des articles et rapports récents (voir détail (A32. de Garine-Wichatitsky et al., 2013)). Pour le bétail, la quasi-totalité des pays ont déclaré des cas cliniques de la maladie, à l'exception de trois pays d'Afrique australe. Pour la faune sauvage, la plupart des pays d'Afrique occidentale et centrale n'ont pas communiqué de résultats, faute d'une surveillance adéquate. Cependant, l'infection d'animaux sauvages par *M. bovis* est confirmée dans quelques pays d'Afrique australe et orientale où elle avait été détectée de longue date (Afrique du Sud, Ouganda, Zambie). Cependant, il semble également que l'émergence de la tuberculose bovine chez la faune sauvage s'étende à de nouveaux pays d'Afrique australe (Botswana (Jori et al., 2012), Mozambique (Tanner, 2012) et Zimbabwe (A21. de Garine-Wichatitsky et al., 2010)) et d'Afrique orientale (Ethiopie (Tschopp et al., 2010)).

A l'échelle continentale, la tuberculose bovine affecte les populations de bétail de la quasi-totalité des pays africains (Anonymous, 2012c; Anonymous, 2012b). La prévalence de la maladie chez les bovins est apparemment similaire entre les sous-régions d'Afrique subsaharienne (e.g. (Boukary et al., 2011a; Boukary et al., 2011b)), mais elle est très variable entre les élevages. Les principaux facteurs de variations incluent le type d'élevage (e.g. élevages laitiers/extensif), les mouvements des animaux (élevages sédentaires/transhumants ; importation d'animaux) et l'existence de programmes vétérinaires de surveillance et de lutte contre la maladie.

Figure F.1 (d'après (A32. de Garine-Wichatitsky et al., 2013)) : Carte de répartition de la tuberculose bovine en Afrique durant la période 1996–2011 (les lignes grises délimitent les sous-régions d'Afrique de l'Ouest, Centrale, orientale et australe) : (a) Statut des bovins domestiques par pays ; (b) Statut de la faune sauvage par pays. L'astérisque (*) les pays pour lesquels des cas suspects ont été identifiés récemment mais non répertoriés dans la base de données OIE (Botswana, Ethiopie, Kenya, Zimbabwe). Voir (A32. de Garine-Wichatitsky et al., 2013) pour le détail des sources d'information.



Dissémination de la tuberculose bovine chez les mammifères sauvages

L'infection par *M. bovis* de mammifères sauvages africains vivant en liberté a été confirmée en Ouganda (Woodford, 1982), en Zambie (Gallagher et al., 1972; Munyeme et al., 2010b) et en Afrique du Sud (Bengis et al., 1996; Keet et al., 1996). Dans tous les cas, l'origine de l'infection chez les animaux sauvages est suspectée d'être associée à des bovins infectés, bien que les preuves moléculaires n'en ait été apportées que pour deux zones protégées d'Afrique du Sud, les parcs de Hluhluwe-iMfolozi Park et du Kruger (Michel et al., 2009b; Hlokwe et al., 2011; Hlokwe et al., 2014, in press). C'est dans ce dernier que la diffusion de l'épidémie au sein d'un écosystème nature a été la mieux décrite (Figure F.2 ; voir synthèses par (De Vos et al., 2001; Renwick et al., 2007)).

Les premiers cas de tuberculose bovine chez les buffles ont été confirmés en 1990 (Bengis et al., 1996) à l'extrême sud du parc, mais l'infection initiale à partir des bovins (« *spill-over* »), est vraisemblablement intervenue vers la fin des années 1950 ou le début des années 1960 (Bengis et al., 1996). La maladie s'est propagée rapidement entre les troupeaux de buffles, atteignant la rive Sud du Limpopo, qui délimite la frontière Nord du parc, en 2005 (Figure F.2). En 2008, les premiers cas de buffles infectés par *M. bovis* sont confirmés dans le sud du parc du Gonarezhou au Zimbabwe (Figure F.2), et le typage de la souche isolée confirme le lien épidémiologique avec les souches circulant chez les buffles du Kruger (A21. de Garine-Wichatitsky et al., 2010). Par ailleurs, dès 1995, Keet et al. ont

confirmé la diffusion de l'infection à d'autres espèces de mammifères du parc du Kruger (Keet et al., 1996), incluant des prédateurs (lion et guépard), des primates (babouin) et d'autres herbivores sauvages.

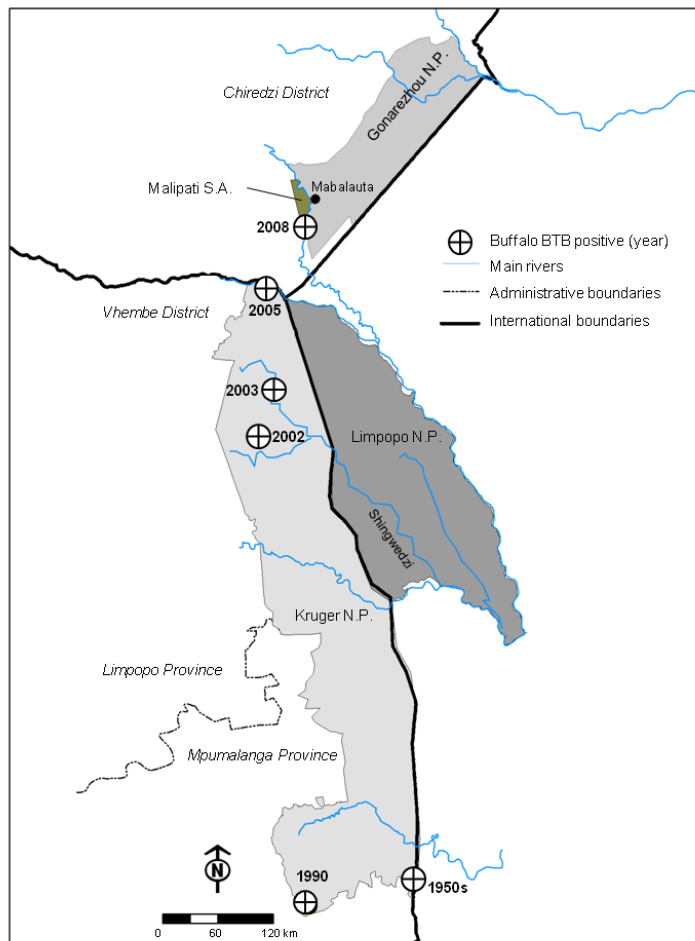


Figure F.2 (d'après (L11. de Garine-Wichatitsky et al., 2013)) : Diffusion de la tuberculose bovine par les populations de buffles *Syncerus caffer* entre le parc du Kruger (Afrique du Sud) et du Gonarezhou (Zimbabwe). Localisations approximatives des cas de buffles infectés établies à partir des informations tirées de Kloeck (1998; cité par Michel et al 2006), Bengis et al (1996), Grobler et al (2002), Keet (personal communication 2009a), Keet (personal communication 2009b) et de Garine-Wichatitsky et al. (2010).

Le comportement grégaire du buffle favorise la transmission intra-troupeau de *M. bovis* par aérosol lors des contacts rapprochés entre individus (Michel et al., 2006). Il favorise également la transmission inter-troupeaux, parfois sur de longues distances, car la composition des troupeaux de buffles est instable (Cross et al., 2005), et se modifie fréquemment en fonction de paramètres écologiques liés à l'abondance des ressources (Cross et al., 2004), ou aux perturbations humaines. Des études télémétriques ont démontré l'existence de fréquents évènements de fusion-fission entre les groupes/individus (Cross et al., 2005; Cornélis et al., in prep). Elles ont notamment permis de mettre au jour l'existence de déplacements rapides et sur de longues distances d'individus isolés ou en petits groupes, apparemment souvent de jeunes femelles (voir Figure F.3 ; (AS09. Caron et al., in prep.). Ces déplacements atypiques pourraient expliquer la dispersion rapide et sur de longues distances de *M. bovis*, et d'autres pathogènes, entre les troupeaux de buffles éloignés (A21. de Garine-Wichatitsky et al., 2010).

En l'absence de bovins domestiques, le buffle Africain peut donc assurer la persistance (« *maintenance host* ») de la tuberculose bovine, mais également la transmission de l'infection à d'autres hôtes sauvages (« *spill-over hosts* ») au sein d'un écosystème naturel complexe comme celui du parc du Kruger (De Vos et al., 2001). Cette espèce peut également assurer la dissémination du pathogène sur de longues distances, y compris à travers les frontières internationales, les frontières naturelles et au travers d'espaces non protégés tels que les zones communales (A21. de Garine-Wichatitsky et al., 2010).

Transmission interspécifique de la tuberculose bovine aux interfaces homme-bétail-faune

La circulation de *M. bovis* aux interfaces homme-bétail-faune implique un ensemble complexe de mécanismes qui sont synthétisés dans la Figure F.4. L'origine du pathogène dans ces zones d'interface en Afrique provient initialement des populations de bovins domestiques, chez lesquelles il circule et persiste avec une intensité qui dépend du type d'élevage (densité, mobilité, échanges d'animaux), des conditions du milieu (plus ou moins favorables à la persistance de la bactérie), et d'éventuelles mesures de contrôle de la maladie chez les bovins. De manière similaire, *M. bovis* peut infecter et persister chez certaines populations de mammifères sauvages à l'interface, en fonction des communautés d'espèces sauvages en présence (composition spécifique et densités), de leur mobilité (migrations, « *splinter groups* », ...), des conditions du milieu, et en de très rares cas en Afrique l'existence de mesures actives de contrôle de la maladie chez la faune (e.g. Afrique du Sud).

La fréquence des infections tuberculeuses dues à *M. bovis* chez les populations humaines en Afrique sub-saharienne demeure incertaine (Cosivi et al., 1995), notamment par rapport aux infections à *M. tuberculosis* (Cleaveland et al., 2007; Michel et al., 2009a). Il est cependant établi que les bovins infectés peuvent transmettre *M. bovis* à l'homme (« *spill-over* »), à la faveur de contacts rapprochés avec des animaux porteurs de la bactérie, ou par la consommation de lait ou de tissus infectés (viande, abats...). Par contre, sauf dans des conditions exceptionnelles, la bactérie n'est pas transmise d'homme à homme et les cas de réinfestation de bovins à partir d'humains infectés par *M. bovis* (« *spill-back* ») sont anecdotiques (Cosivi et al., 1998).

La transmission interspécifique de *M. bovis* apparait ainsi comme un phénomène complexe, non symétrique entre les différents hôtes qui interagissent aux interfaces. Les preuves moléculaires et historiques indiquent que l'origine du pathogène est associée aux bovins domestiques, et que la transmission depuis les bovins vers les espèces sauvages (« *spill-over* ») a eu lieu de manière répétée et indépendante dans différentes zones d'Afrique (Michel et al., 2006; A32. de Garine-Wichatitsky et al., 2013; Hlokwe et al., 2014, in press). De même, la transmission de *M. bovis* à l'homme à partir des bovins infectés est bien établie, mais il est remarquable de constater qu'aucun cas d'infection humaine

ne semble avoir été attribué à des espèces sauvages infectées (A32. de Garine-Wichatitsky et al., 2013), bien que peu d'études détaillées aient été consacrées à la transmission zoonotique du pathogène en Afrique (Renwick et al., 2007; Michel et al., 2010). Mais il est encore plus remarquable de constater qu'à ce jour, plusieurs décennies après que la bactérie ait été décelée chez certaines populations de faune sauvage (Gallagher et al., 1972; Woodford, 1982; Keet et al., 1994), aucun cas de transmission de la bactérie de la faune sauvage vers le bétail (« spill-back ») n'ait été publié. Un cas suspect concernant un troupeau de bovins vivant en périphérie du parc du Kruger, séparé par une clôture électrifiée, qui aurait été infecté par la principale souche de *M. bovis* circulant chez les populations de buffles à l'intérieur du parc a été évoqué (Prof A. Michel et al., communication lors de la conférence Wildlife TB, Kruger NP, septembre 2012). Cependant, malgré les contacts répétés et de plus en plus fréquents entre des populations de faune infectées et des populations de bovins susceptibles de partager les mêmes espaces (Bengis et al., 2002; Michel et al., 2006; A21. de Garine-Wichatitsky et al., 2010) cet événement de « spill-back » semble être très rare dans les conditions actuelles d'interfaces en Afrique.

La diffusion de la tuberculose bovine en Afrique illustre la complexité des mécanismes en jeux lors de la transmission interspécifique de pathogènes aux interfaces homme-bétail-faune, qui dépend à la fois de paramètres écologiques (abondance et diversité des animaux sauvages et domestiques), épidémiologiques (rôles des différentes espèces dans la persistance et la transmission de l'infection), biophysiques (survie des bactéries dans l'environnement), anthropiques (conduite des troupeaux, clôtures, surveillance sanitaire, gestion de la faune) et de la distribution des ressources (qui déterminent les contacts interspécifiques). Il est également intéressant de noter que dans le cas de *M. bovis* en Afrique, les conditions rencontrées semblent favoriser des « interfaces asymétriques », favorisant la transmission des pathogènes dans un sens mais pas dans l'autre, ce qui a des implications considérables pour la gestion sanitaire de ces risques. Afin de mieux appréhender ces risques sanitaires aux interfaces faune-bétail de manière générique, il est nécessaire de développer une approche intégratrice et pluridisciplinaire.

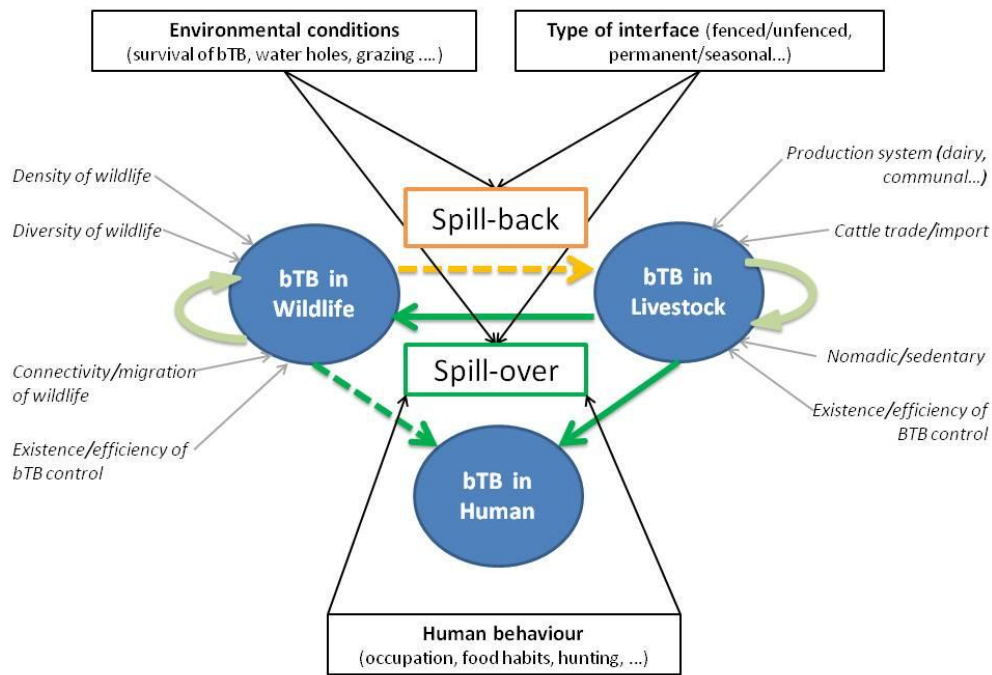


Figure F.4 (d'après (A32. de Garine-Wichatitsky et al., 2013)) : Transmission interspécifique de la tuberculose bovine (*bTB*) aux interfaces homme-bétail-faune en Afrique. La maladie peut être maintenue indépendamment chez le bétail (*bTB in livestock*) et chez la faune sauvage (*bTB in wildlife*), en fonction des facteurs indiqués en italique (e.g. *diversity of wildlife*, *production system*). Les facteurs influençant les risques de transmission à l'homme ou à la faune sauvage à partir du bétail (*spill-over*) ou depuis la faune vers le bétail (*spill-back*) sont indiqués dans des encadrés (e.g. *environmental conditions*, *human behaviour*, etc.).

G. Essai de synthèse: approche fonctionnelle des risques sanitaires émergents au sein d'un système socio-écologique

Contexte

Les maladies infectieuses émergentes représentent un risque pour la santé humaine et vétérinaire, et la santé de la faune sauvage, avec des impacts considérables sur les sociétés humaines et la conservation de la biodiversité à travers le Monde. Malgré les efforts importants des scientifiques et gestionnaires de la santé au cours des dernières décennies (Wood et al., 2012), la prédiction des émergences reste illusoire (Morse, 2012), alors même que la détection et le contrôle des épidémies demeurent la priorité pour les agences sanitaires. Cette priorité donnée à la détection et au contrôle précoces des émergences présente de nombreux avantages, notamment celui de limiter les impacts sanitaires et socio-économiques des épidémies avant qu'elles ne prennent des dimensions internationales, mais elle se heurte à de nombreux obstacles d'ordre scientifiques et pratiques (Woolhouse et al., 2005). L'une des principales difficultés provient du fait que les émergences de maladies font intervenir une diversité formidable d'acteurs potentiels, incluant d'innombrables « hôtes » potentiels (humains, bétail, faune, vecteurs) qui interagissent par des processus de natures très différentes (génétique, écologique, anthropique,...) avec une multitude de pathogènes (la plupart inconnus), pouvant intervenir en n'importe quel point de la planète. Ce dernier point a été en partie résolu avec l'identification des « points-chauds » d'émergence de maladies infectieuses ('*EID hotspots*' ;(Jones et al., 2008)), où les prochaines émergences de maladies infectieuses sont plus susceptibles de se produire d'après l'analyse de facteurs socio-économiques, environnementaux (Jones et al., 2008) et écologiques associés aux émergences qui ont été documentées dans le passé (Jones et al., 2008). De même, l'analyse de traits communs entre les pathogènes émergents (Woolhouse et al., 2005) a permis dans une certaine mesure d'identifier certains groupes de parasites qui semblent être plus susceptibles de passer la barrière d'espèces, tels que les virus à RNA. Plus récemment, des analyses interdisciplinaires ont permis d'identifier les principaux déterminants de l'émergence de zoonoses associées aux chauve-souris, depuis des échelles locales jusqu'à des échelles globales (Wood et al., 2012) ou bien sous l'influence des changements climatiques (Daszak et al., 2013). Les actions humaines qui modifient les interactions entre les pathogènes, leurs hôtes et leur environnement sont très souvent à l'origine des émergences de pathogènes (Daszak et al., 2001;Engering et al., 2013), notamment en modifiant les opportunités de contacts entre des espèces qui n'étaient pas, ou peu, connectées (Lloyd-Smith et al., 2009;Engering et al., 2013). Ce constat a amené les scientifiques à développer des modèles intégrant de manière explicite les paramètres socio-économiques comme des drivers de l'émergence (Wood et al., 2012), et à incorporer des changements de nature anthropiques dans les scénarios d'émergence de maladies (Engering et al., 2013).

Pourtant, si des critères permettant de caractériser les “hot-spots” présentant des risques plus élevés d’émergence, dont font partie les interfaces homme-bétail-faune en zone tropicale, ont été proposés (Jones et al., 2008), l’identification des hôtes clefs susceptibles de jouer un rôle dans l’émergence de pathogènes au sein de ces systèmes socio-écologiques demeurent problématique. En effet, comprendre les processus d’émergence de pathogènes afin de mieux les maîtriser ne se limite pas à l’identification des espèces jouant un rôle de réservoirs, mais cela nécessite la compréhension du rôle tout aussi important joué par les espèces dans la transmission interspécifique ou la régulation (amplification ou dilution) de l’infection.

Nécessité d’une approche fonctionnelle de l’émergence

Nous proposons dans les paragraphes qui suivent d’appliquer une approche fonctionnelle aux processus d’émergence de maladies infectieuses, en développant la notion de Groupes Fonctionnels Épidémiologiques (GFE), auxquels les espèces hôtes sont rattachées en fonction du rôle qu’elles jouent dans la transmission d’un pathogène. Le concept de groupes fonctionnels fait partie des notions fondamentales de l’écologie (e.g. (Elton, 1927)), ayant suscité des avancées majeures dans la compréhension des relations entre la diversité des espèces et le fonctionnement des écosystèmes, en permettant d’identifier les espèces ayant un rôle fonctionnel important (e.g. (Loreau et al., 2001)). De la même manière, si de nombreuses espèces potentiellement hôtes coexistent dans les hotspot d’émergence, elles ne peuvent jouer qu’un nombre limité et bien défini de rôles l’épidémiologie d’un pathogène donné, ou d’un groupe de pathogènes définis par des modes de transmission similaires. En dépit des similitudes qui existent entre les processus écologiques et les processus infectieux, cette approche fonctionnelle n’a pas été appliquée en épidémiologie (mais voir (Smith et al., 2005; **L09**. Caron et al., 2012)), alors même que cette approche offre une possibilité de simplifier la complexité des émergences de pathogènes tout en explicitant les mécanismes essentiels et en identifiant les hôtes clefs dans ces processus.

Suivant Haydon et al. (Haydon et al., 2002), nous proposons que le rôle de réservoir de pathogènes, ou tout autre GFE, ne peut s’envisager qu’en référence à une population cible clairement définie (e.g villageois ou troupeaux de bétail en zone d’interface, population d’espèces sauvages menacées, ...). Le Tableau G.1 résume les différents rôles joués par les espèces hôtes dans les processus épidémiologiques qui aboutissent à l’émergence d’un pathogène depuis un réservoir jusqu’à une population cible définie (EFG#0-Target, Tableau G.1).

Tableau G.1 : Définition des Groupes Fonctionnelles Épidémiologiques. Host populations within a given socio-ecological system are allocated to EFGs according to the role they play in the transmission of a pathogen to the target host, depending on their susceptibility to the pathogen and on their epidemiological and ecological links with the target population. Examples are cited for each group referring to Figure G.2 or Figure G.3

Epidemiological Functional Group	Host susceptibility to pathogen	Epidemiological and ecological links with other hosts within SES	Examples Host/Pathogen/Area (see Fig.G.2& Fig.G.3)
EFG#0: Target	Susceptible to infection; fitness/productivity are significantly reduced by the disease	---	Human/ Ebola virus/Central Africa (Fig.G.2) Cattle/ FMD/Southern Africa (Fig.G.3)
EFG#1: Maintenance (one or several host populations)	Susceptible host(s); pathogen can be maintained indefinitely within that group of hosts only	Connected to target directly or through link host	Fruit Bats/ Ebola virus/Central Africa (Fig.G.2)
EFG#2: Link (including vectors)	Susceptible or not to infection, but must be competent for subsequent interspecies transmission to target	Directly connects, spatially and/or temporally, the target and the maintenance hosts	° Great apes/ Ebola virus/Central Africa (Fig.G.2)
EFG#3 : Infection-Regulation	Increases (amplification) or decreases (dilution) the ability of the link host to transmit the pathogen to the target	Directly connected to link host, may be connected directly or indirectly to maintenance	Equids/FMD/ Southern Africa (Fig.G.3)
EFG#4 : Population-Regulation	Has a significant impact on population dynamics or distribution of link and/or maintenance hosts, through predation, competition or parasitism	Direct ecological interactions with link or maintenance hosts	Predators/FMD/ Southern Africa (Fig.G.3)
EFG#5 : Not connected	Susceptible or not to infection	Not connected to target or to maintenance host populations	Fish, Reptiles or Amphibians/Most mammalian-specific pathogen (e.g. Fig.G.2&3)

Le fait de se concentrer sur les processus impliqués dans la transmission interspécifique d'un pathogène à une population clairement définie permet de cibler la surveillance, et le contrôle précoce, sur un nombre limité d'espèces susceptibles de jouer un rôle fonctionnel clef dans l'émergence au sein d'un système multi-hôte complexe. Les enquêtes épidémiologiques se focalise en priorité sur l'identification du réservoir initial d'un pathogène émergent (EFG#1-Maintenance, TableauG.1). Pourtant, cette identification peut s'avérer extrêmement ardue, car la maintenance d'une infection est parfois assurée par la circulation au sein d'un système multi-hôte complexe (« *maintenance community* » (Haydon et al., 2002)) qui est difficile à appréhender surtout lorsqu'elle implique des espèces sauvages méconnues. De plus, même lorsqu'elle est possible, l'identification du réservoir initial de pathogène, peut s'avérer d'une utilité douteuse d'un point de vue pratique pour la

surveillance ou le contrôle précoce de maladies, notamment lorsqu'elles impliquent des espèces impossibles à contrôler pour des raisons éthiques ou techniques. Par exemple, (Leroy et al., 2005) ont identifiés les chauve-souris frugivores des forêts d'Afrique centrale comme étant le principal réservoir du virus Ebola. Mais il est impossible de contrôler ces populations qui ont une très large distribution, sont localement très abondantes et jouent des rôles écologiques clefs dans le fonctionnement des forêts humides d'Afrique centrale par la pollinisation et la dissémination des graines de nombreuses espèces de plantes.

D'autres populations d'hôtes jouent un rôle tout aussi important que le réservoir dans l'émergence de pathogènes aux zones d'interface. Dans de nombreuses situations, concentrer les efforts sur l'identification des populations d'hôtes qui établissent le lien épidémiologique entre les populations de maintenance et la cible (EFG#2-Link, TableauG.1) pourra s'avérer plus efficace pour établir des mesures adaptées de surveillance et contrôle précoce des émergences. Par exemple, l'identification et la surveillance de toutes espèces d'oiseaux sauvages susceptibles de maintenir les virus d'Influenza Aviaire s'est avérée impossible du fait de la diversité considérable d'oiseaux sauvages potentiellement impliqués, incluant des espèces migratrices, même lorsque cela a été réalisé à une échelle locale (Olsen et al., 2006). Par contre, le fait de concentrer la surveillance et le contrôle sur un petit nombre d'oiseaux sauvages susceptibles d'établir le lien épidémiologique (« link ») avec les populations de volailles domestiques (Target) pourrait s'avérer beaucoup plus efficace (A28. Caron et al., 2012).

La fonction EFG#2-Link regroupe toutes les populations d'hôtes qui établissent un lien épidémiologique (dans le temps et/ou dans l'espace) se traduisant par l'infection des populations cibles à partir des populations de maintenance. Suivant cette définition, les vecteurs biologiques de pathogènes (e.g. tiques et insectes hématophages vecteurs de virus, bactéries et protozoaires) peuvent être considérés comme des espèces « liens ». Dans les cas les plus simples, le rôle de maintenance et de lien est rempli par la même population hôte, alors que plusieurs hôtes successifs peuvent être nécessaires dans certains cas (vecteur, lien spatial,...).

Enfin, la transmission d'un pathogène d'une population maintenance à une population cible peut être régulée par d'autres hôtes en interaction suivant plusieurs mécanismes décrits par (Keesing et al., 2006). Cette fonction de régulation peut se traduire par une diminution (i.e. "*dilution effect*") ou au contraire une augmentation (i.e. "*amplification*") des risques infectieux pour la population cible. Si les mécanismes en jeu, et leurs résultats en terme de risques infectieux sont variés (Keesing et al., 2006; Keesing et al., 2010), cette fonction opère de manières fondamentales, soit en altérant directement le risque infectieux pour la cible (e.g. hôte très compétent qui amplifie temporairement l'infection par le pathogène), ou en modifiant la dynamique des population ou la distribution des hôtes de maintenance ou de lien épidémiologique (e.g. prédateurs ou compétiteurs).

Cadre théorique et opérationnel GFE

Le concept des GFE est séduisant d'un point de vue théorique, car il permet la simplification des mécanismes complexes d'émergence impliquant un nombre considérable d'acteurs potentiels, en identifiant les acteurs qui y jouent un rôle essentiel. En pratique, cette démarche peut s'avérer difficile lorsque le nombre d'espèces potentiellement impliquées est important et que l'on dispose de peu de données sur la biologie et l'écologie de ces espèces, comme c'est souvent le cas pour les zones d'interface en zones tropicales. La Figure G.1 illustre le cadre opérationnel que nous proposons pour l'application du concept des GFE.

En premier lieu, il convient de définir les limites du système d'intérêt (Figure G.1.A), pas uniquement dans ses dimensions biophysiques, mais également dans ses dimensions sociales et économiques, prenant en compte la diversité des déterminants potentiels de l'émergence des maladies dans les systèmes socio-écologiques complexes des zones d'interface (Janes et al., 2012; Wood et al., 2012). Cette étape dépend en grande partie de la population cible choisie, et du risque sanitaire identifié le cas échéant; par exemple, une population de villageois vivant au sein d'une aire protégée, ou des troupeaux de bétail transhumant au travers d'une aire de conservation, ou une population d'une espèce animale sauvage menacée ou emblématique dont l'aire de répartition se réduit du fait des activités humaines.

Pour la deuxième étape qui consiste à définir des groupes de populations d'hôtes en fonction de leurs interactions dans le système défini (Figure G.1.B), deux sources indépendantes d'information peuvent être utilisées. Les informations générales disponibles sur les traits d'histoire de vie des espèces concernées, leur distribution, leurs préférences d'habitat ou alimentaire, ou des informations spécifiques du système socio-écologiques d'intérêt lorsqu'elles existent (e.g. survols aériens, comptages au sol, suivi GPS, ...), permettent de regrouper les populations d'hôtes potentiels en fonction de leurs interactions. Lorsque les chercheurs ou les gestionnaires s'intéressent à un parasite ou un groupe de parasites particuliers, cette classification dépendra également des modes de transmission (e.g. contact direct contact, water-borne, vecteur...), qui seront croisés avec les informations écologiques disponibles (e.g. niche écologique, niveau trophique, ...) afin d'estimer les recouvrements de distribution entre espèces et patrons de contacts interspécifiques qui en résultent. Une autre approche peut également être adoptée lorsque l'on s'intéresse aux risques sanitaires pour une population cible sans à priori sur un parasite ou un groupe de parasites donnés. Lorsque les données sanitaires appropriées sont disponibles, issues de la littérature ou de programmes de surveillance ou de recherche préalables, il est possible d'analyser les communautés de parasites partagées entre les différents hôtes en interactions, afin de les regrouper selon les modes de transmission les plus communs (Figure G.1.C). Cette analyse des communautés partagées de parasites/communautés d'hôtes, peut également permettre d'anticiper les voies de transmission les

plus probables pour les futures émergences (L09. Caron et al., 2012), mais cet aspect dépasse le cadre conceptuel et opérationnels des GFE présenté ici.

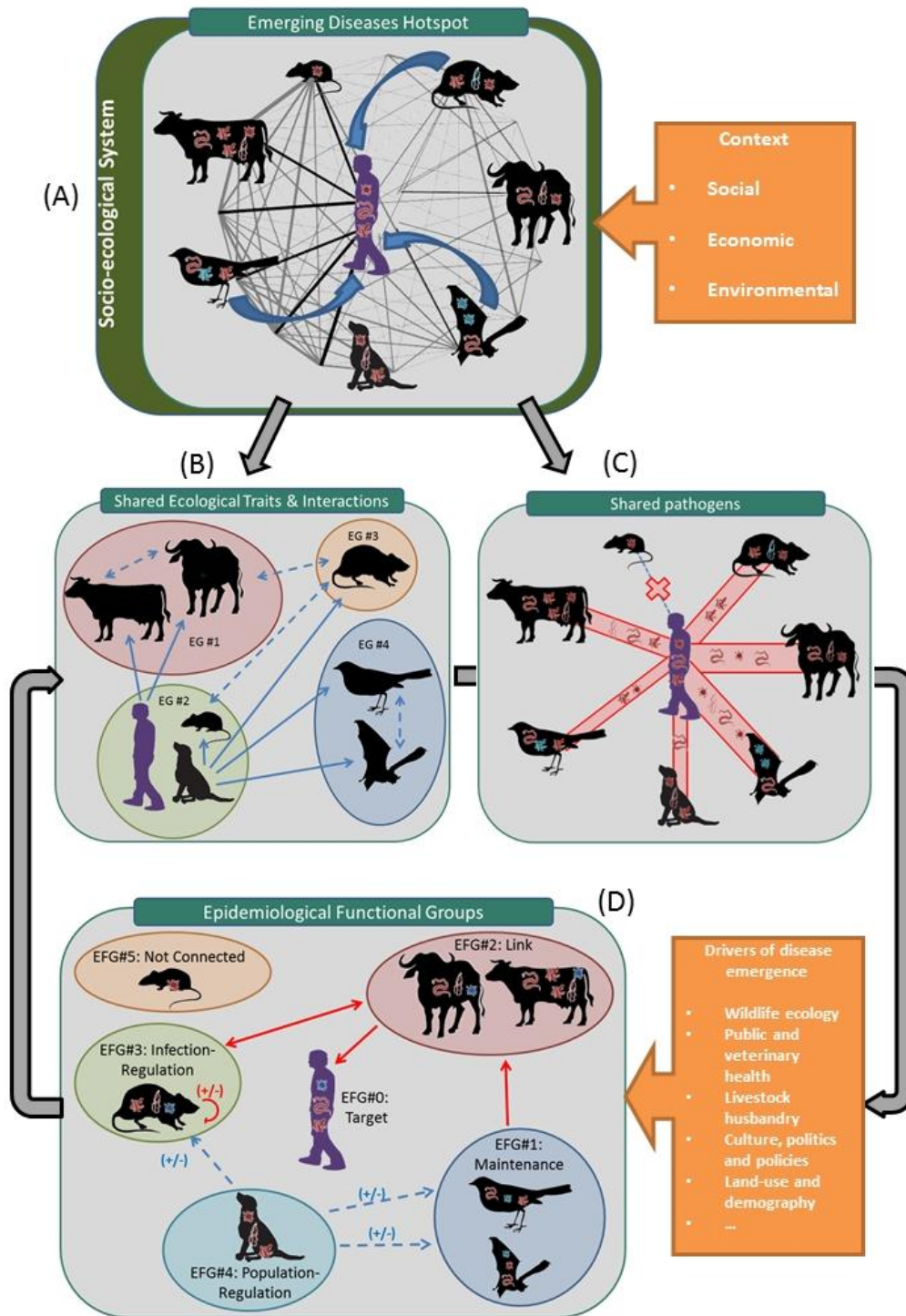


Figure G.1 : Identification des populations d’hôtes jouant un rôle fonctionnel dans l’émergence des maladies. Modèle conceptuel de l’émergence de parasites au sein d’un système (A- l’Homme est pris comme la population cible dans cet exemple). Les populations d’hôtes potentiels en interaction sont regroupées en fonction de leurs caractéristiques écologiques et trophiques (B. ; e.g. préférences d’habitat et alimentaires ; EG: Ecological Group), ou des communautés de parasites partagées avec la population cible (C). Les populations hôtes sont ensuite réparties dans Groupes Fonctionnels Epidémiologiques, en fonction de leur rôle putatif sur la transmission de l’infection à la population cible et de l’influence potentiel de drivers externes.

Exemple 1: Transmission du virus de la fièvre Ebola dans les forêts d'Afrique Centrale

Le premier exemple que nous présentons afin d'illustrer la démarche GFE concerne le système relativement simple et relativement bien documenté de l'émergence et la transmission de la fièvre Ebola dans les forêts d'Afrique Centrale. Selon Leroy et al. (2005), la chaîne de transmission à l'origine des épidémies d'Ebola impliquerait la contamination de fruits par la salive de chauve-souris frugivores (maintenance), dont les résidus ou les fruits incomplètement consommés tombés au sol contamineraient d'autres espèces frugivores terrestres qui les consomment. Gonzalez et al. (Gonzalez et al., 2007) ont fourni des éléments sérologiques ou moléculaires indiquant que plusieurs espèces seraient infectés par le virus Ebola, incluant des animaux sauvages (primates, céphalophes...) et domestiques (bétail, possiblement également les chiens). Ainsi, les épidémies débuteraient par le regroupement d'espèces sauvages, et éventuellement domestiques, autour d'arbres fructifères, qui ont une distribution discrète dans le temps et dans l'espace (fructification saisonnière). Les humains seraient contaminés de manière secondaire, en manipulant du gibier contaminé lors de partie de chasse ou lors de consommation de viande de brousse, ou en consommant ou manipulant des animaux domestiques contaminés. Ainsi que l'illustre la Figure G.2, les populations d'hôtes potentiels en interaction peuvent être affectées aux GFE suivants :

- EFG0-Target : la cible est représentée par les populations villageoises vivant dans les forêts humides (Nota : étant donné l'impact considérable des épidémies d'Ebola sur les population de grands primates, celles-ci auraient pu être choisies comme populations cible dans une perspective de conservation de la biodiversité) ;

- EFG1-Maintenance : chauve-souris frugivores ;

- EFG2-Link: mammifères frugivores terrestres et arboricoles, incluant les primates sauvages, certaines antilopes et des animaux domestiques tels que les cochons, susceptibles de consommer les fruits contaminés par EFG1 (les chauve-souris) et de transmettre l'infection à EFG0 ;

- EFG3-Infection-Regulation : les animaux frugivores, tels que des oiseaux et petits rongeurs, susceptibles de consommer les fruits contaminés par les chauve-souris, mais qui ne peuvent pas transmettre l'infection à EFG0 ou EFG2, et qui réduisent ainsi les risques d'exposition à l'infection ("dilution") ;

- EFG4-Population-Regulation : Les prédateurs d'animaux frugivores (e.g. carnivores sauvages et domestiques, humains) susceptibles de diminuer les risques d'infection (pour EFG0) en réduisant la taille des populations de EFG1-Maintenance ou de EFG2-Link, ou au contraire d'augmenter les risques en diminuant les populations de EFG3-Infection-Regulation ;

- EFG5-Non connectées : toutes les autres espèces animales qui sont non sensibles à l'infection ou qui n'interagissent pas avec les fonctions de transmission du virus Ebola à EFG0-Target.

Plusieurs lacunes des connaissances actuelles sur les mécanismes de transmission et sur les déterminants de l'émergence du virus Ebola sont illustrées par la Figure G.2: i) mécanismes de transmission à l'homme par les espèces «*link*» (EFG2), notamment les espèces gibier, les espèces domestiques, y compris le chien domestique qui pourrait jouer un rôle de relais secondaire entre l'homme et les carcasses de gibier infectées ; ii) identité et dynamiques de populations des principales espèces EFG3-Infection-Regulation et l'impact de la prédation par les espèces EFG4-Population-Regulation ; iii) identification des déterminants environnementaux de la concentration de fruits consommés par les chauve-souris et les espèces «*link*» (EFG2) qui nécessite des données complémentaires concernant les espèces végétales concernées, leur abondance et leur distribution, ainsi que leur phénologie, notamment dans la perspective du changement climatique ; iv) identification des déterminants socio-économiques et culturels des contacts entre les humains et les espèces «*maintenance*» (chauve-souris) et «*link*» (gibier et animaux domestiques), notamment sur la chasse et la consommation de viande de brousse et les pratiques d'élevage.

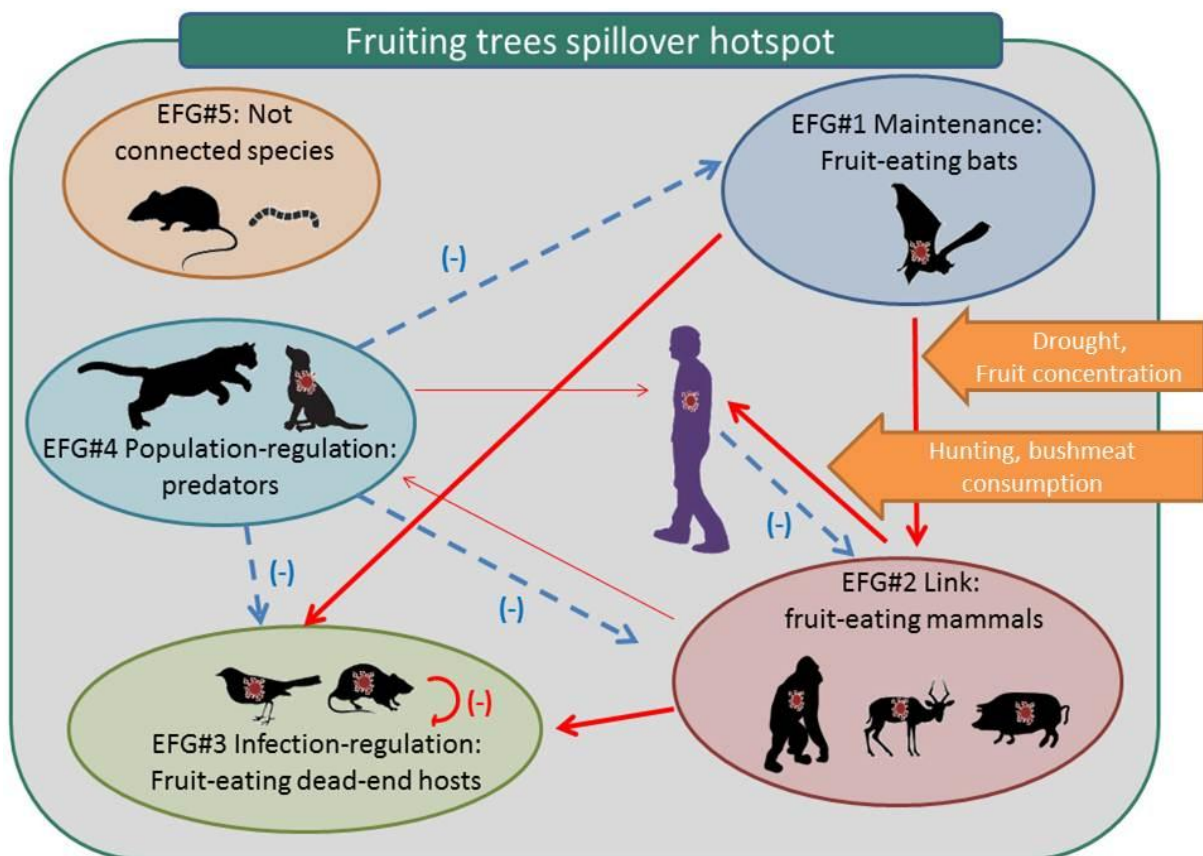


Figure G.2 : Groupes Fonctionnels Epidémiologiques impliqués dans les épidémies de virus Ebola affectant les populations humaines vivant dans les forêts d'Afrique Centrale (d'après (Leroy et al., 2005;Gonzalez et al., 2007) voir texte pour les détails de la procédure).

Exemple 2 : Transmission du virus de la fièvre aphteuse en périphérie des aires protégées d'Afrique australe

La transmission de la fièvre aphteuse (FA) entre les herbivores sauvages et domestiques offre un autre exemple illustratif de l'application du concept et du cadre opérationnel proposés pour les Groupes Fonctionnels Epidémiologiques. Ainsi que nous l'avons évoqué dans le chapitre C, les virus de FA en Afrique australe peuvent infecter de nombreuses espèces d'ongulés artiodactyles, sauvages et domestiques (Vosloo et al., 2002a), alors que les autres classes de mammifères (notamment les équidés et autres périssodactyles), les oiseaux ou les invertébrés ne sont pas infectés. En Afrique australe, le buffle (*Syncerus caffer*) joue un rôle de maintenance pour les souches SAT du virus, et cet hôte représente la source principale de virus infectant le bétail (Bengis et al., 2002; Vosloo et al., 2002a; Vosloo et al., 2005). Ainsi, les troupeaux de bétail s'infectent généralement par contact direct ou indirect avec des buffles en périphérie des aires protégées (A33. Miguel et al., 2013). Mais, lorsqu'ils sont séparés par des barrières physiques (clôtures), d'autres ongulés sauvages, incluant des antilopes et des suidés sauvages capables de les franchir, peuvent jouer un rôle de relais pour une transmission indirecte des virus de FA (Hargreaves et al., 2004). Par ailleurs, des études récentes suggèrent que les impalas (*Aepyceros melampus*) peuvent être infectés par les buffles (Bastos et al., 2000), et développer des épidémies qui amplifieraient la transmission des virus de FA entre les ongulés susceptibles au sein d'un écosystème (Vosloo et al., 2009).

Comme l'illustre la Figure G.3, après avoir regroupé les espèces sympatriques selon leurs caractéristiques écologiques et positions trophiques, on peut définir les GFE suivants concernant la transmission de la fièvre aphteuse au sein des zones d'interface en Afrique australe:

- EFG0-Target : troupeaux de bétail en périphéries des aires protégées ;
- EFG1-Maintenance : populations de buffles vivant dans les aires de conservation ;
- EFG2-Link : les buffles assurent la fonction « link » s'il y a une possibilité de contact direct avec les troupeaux de bovins (« target ») ; si aucun contact direct n'est possible (e.g. clôtures), plusieurs espèces sauvages peuvent assurer cette fonction « link », tels que les impalas (*Aepyceros melampus*), le grand koudou (*Tragelaphus strepsiceros*) et le phacochère (*Phacochoerus africanus*) ;
- EFG3-Infection regulation : l'abondance d'équidés, sauvages tels que les zèbres de Burchell (*Equus burchellii*) et les ânes domestiques (*Equus africanus asinus*) peuvent réduire les risques de transmission des virus de FA aux bovins (dilution), si les densités sont suffisantes pour limiter les contacts avec les hôtes de maintenance (buffles) ;
- EFG4-Population regulation : les prédateurs sauvages (lions) sont susceptibles de diminuer les risques de transmission de FA aux bovins, en limitant la taille des populations d'hôtes de

« *maintenance* » (buffles) ou « *link* » (antilopes), mais également d'augmenter ces risques en diminuant les populations de zèbres (ou d'ânes) ;

- EFG5- Non connectés: toutes les autres espèces animales qui ne sont pas infectées par les virus de FA ou qui n'interagissent pas directement avec les populations EFG#1-EFG#3.

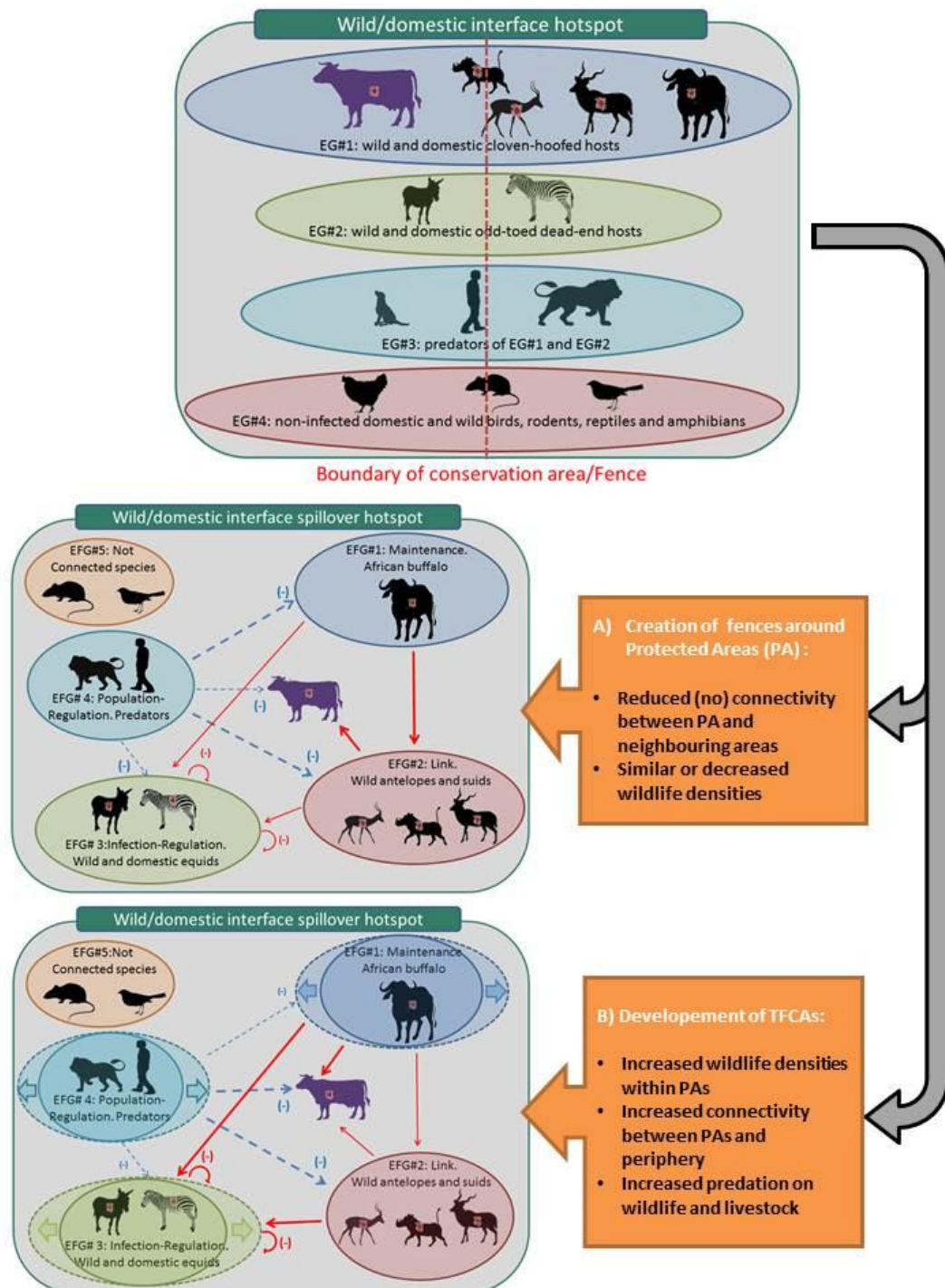


Figure G.3 : Groupes Fonctionnels Epidémiologiques (EFG#) des hôtes potentiellement impliqués dans la transmission des virus de fièvre aphteuse aux populations de bovins en périphérie des aires protégées en Afrique australe. Voir texte pour le détail de l'allocation des espèces dans les EFG à partir des groupes écologiques (EG) et les risques anticipés en fonction des scénarios (A) Clôture; (B) Développement d'aires de conservation transfrontalières (TFCAs).

Deux scénarios peuvent être envisagés concernant les interfaces faune-bétail, qui reflètent les évolutions récentes des politiques de gestion de la FA et de gestion des aires protégées en Afrique australe (Thomson, 1995; Vosloo et al., 2002a). Le premier scénario proposé (Figure G.3 (B) *Creation of fences*) poursuit la politique adoptée depuis des décennies par les services vétérinaires de la région SADC, comme par exemple au Botswana, Afrique du Sud, Namibie et Zimbabwe. Ces mesures de contrôle de la FA (voir détails (Thomson, 1995)) consistent essentiellement à confiner les populations de buffles réservoir de FA dans des aires protégées, considérées comme zones infectées, et à contrôler le passage du virus aux populations de bovins par la vaccination des troupeaux dans les zones directement adjacentes aux zones où la maladie est considérée comme endémique, et la mise en place d'une surveillance accrue et un contrôle des mouvements du bétail entre les zones indemnes/endémiques. Un des points essentiels de cette stratégie de contrôle de la FA, destinée à garantir l'accès à des marchés pour la viande de bœuf à l'export sur l'UE, est la séparation physique des bovins et des buffles par des clôtures. L'utilisation des clôtures a fait l'objet de nombreuses controverses, notamment du fait de leurs impacts écologiques et socio-économiques (voir revue par (Ferguson and Hanks, 2010), mais cette solution technique a été largement utilisée en Afrique australe dans le passé et elle permet de réduire dans certains cas les conflits homme-faune, y compris le transfert de pathogènes (L11. de Garine-Wichatitsky et al., 2013). Ainsi, un scénario plausible pour le futur des aires protégées en Afrique est la séparation physique par des clôtures entre les populations de buffles (Maintenance) et les troupeaux de bovins (Target), qui réduiront considérablement la fréquence de contacts (et donc de transfert direct de virus), même si elle n'est pas sûre à 100% (cf (Hargreaves et al., 2004)). Dans ce scénario, la transmission de la FA se fera essentiellement par le biais des espèces « link » capables de franchir ces clôtures (e.g. grand koudou, impala, et phacochères). Dans ce scénario, il est probable que les populations de faune resteront stables ou auront tendance à décliner et la régulation de la transmission (à la fois Population-Regulation et Infection-Regulation) jouera vraisemblablement un rôle négligeable. Par contre, en fonction de la qualité des clôtures et de leur entretien, le risque principal viendra des espèces « link », et la priorité dans ce contexte pour les recherches futures devrait être donnée à l'étude du comportement spatial des antilopes et des suidés sauvages en zone d'interface et de la circulation des virus de FA entre les espèces sauvages (notamment le rôle potentiel d'amplification des impalas).

Un scénario alternatif (Figure G.3 (A) Development of TFCAs)) qui doit être envisagé fait référence à l'évolution des modes de gestion des aires protégées en Afrique australe, avec le développement au cours de la dernière décennie des aires de conservation transfrontalières (Transfrontier Conservation Areas ; (L. Andersson et al., 2013)). Ces ensembles transfrontaliers associent à la fois les aires protégées de différents pays (parcs nationaux, aires de chasse, réserves privées) et les zones périphériques, notamment les zones communales, créant des espaces à vocation multi-usage afin d'améliorer la conservation de la biodiversité et le développement local. Un des

résultats attendus de la création de ces espaces est l'augmentation des mouvements des personnes (tourisme) et de la faune, afin de (re)établir la connectivité entre les populations isolées à l'heure actuelle. Une des conséquences possibles de l'augmentation attendue de la taille des populations de faune (par une amélioration des mesures de protection et une extension des habitats) et de leur connectivité, est une modification de la fréquence et de l'intensité des contacts avec le bétail et un risque accru de transmission de pathogènes (Bengis et al., 2002;**A29**. Caron et al., 2013;**L11**. de Garine-Wichatitsky et al., 2013). Dans ce contexte, le principal risque de transmission des virus de FA aux bovins (« Target ») est représenté par les contacts avec les buffles (**A33**. Miguel et al., 2013), qui joueront à la fois le rôle de « maintenance » et de « link ». Les stratégies de contrôle de l'émergence de la maladie devront se focaliser sur la vaccination des troupeaux de bétail à risque, et sur la manipulation des ressources partagées afin de limiter les contacts durant les périodes à risque (e.g. ressources fourragères et points d'eau en saison sèche), ce qui nécessitera dans les deux cas des recherches spécifiques afin d'améliorer l'efficacité des vaccins, et de mieux comprendre les déterminants écologiques et anthropiques des contacts. Par ailleurs, dans la configuration de ce scénario, il conviendra par contre d'évaluer l'impact des populations de zèbres et autres espèces sauvages non infectées par les virus de FA (EFG4-Infection) qui sont susceptibles d'augmenter à la faveur de la création des TFCAs, et qui pourraient diminuer par un effet de « dilution » les risques de transmission aux populations « target » et EFG2-Link. De même, une augmentation des populations de prédateurs pourrait entraîner une diminution des risques de transmission en limitant les populations EFG1-Maintenance et EFG2-Link, ou une augmentation des risques en limitant les populations de EFG3-Infection-Regulation.

Discussion et perspectives

Sans nul doute, l'application de ce cadre opérationnel fondé sur les Groupes Fonctionnels Epidémiologiques sera l'objet de controverses entre experts concernant l'allocation de certaines espèces ou populations dans un groupe fonctionnel ou un autre. Il est même possible que dans certains cas particuliers, certains groupes fonctionnels doivent être supprimés ou redéfinis pour rendre compte des spécificités locales. Tout cela est parfait, car le cadre conceptuel et opérationnel proposé permettra alors d'identifier les lacunes de connaissances et conduira à la formulation d'hypothèses testables sur le rôle fonctionnel des espèces identifiées. Dans certains cas, des informations précises sur la génétique des parasites, leur spécificité d'hôtes, les modes de transmission, les patrons de prévalence/incidence ou la dynamique des populations de certaines populations seront considérés comme des éléments essentiels pour lesquels les connaissances sont insuffisantes. Dans cette situation, le cadre proposé permet d'analyser les lacunes d'information et d'identifier les mécanismes et populations sur lesquels les recherches doivent être menées en priorité. Dans d'autres cas, l'application

du concept GFE permettra de mettre au jour les incertitudes sur le rôle fonctionnel épidémiologique de certaines espèces/populations, qui pourra dans certains cas être testé par des expérimentations ou des manipulations des populations d'hôtes (notamment domestiques) en conditions semi-expérimentales. L'émergence des maladies est un processus dynamique, et les épidémies récentes ont été provoquées par l'arrivée d'un nouvel acteur dans un système épidémiologique, ou par le changement du rôle fonctionnel joué par un acteur préexistant dans un socio-écosystème donné, à la faveur de changements exercés par des pressions externes au système. Le cadre conceptuel et opérationnel des GFE est adapté à cet aspect dynamique, par le biais de comparaison de diagrammes GFE établis avec ou sans l'action des drivers externes (e.g. changement d'utilisation des espaces en fonction des politiques publiques ou de la pression démographiques...), qui permet de pointer les populations clefs susceptibles d'influencer les risques sanitaires pour la population cible.

Le cadre proposé pour les GFE ouvre plusieurs perspectives, que je détaillerai pour certaines dans le dernier chapitre de ce mémoire (chapitre VI) car certaines d'entre elles guideront les travaux que je souhaite mener en collaboration avec de futurs étudiants en thèse. L'application des GFE à d'autres exemples concrets d'émergence de pathogènes aux interfaces faune-bétail-homme permettra de tester la robustesse et la généralité du modèle proposé, notamment en le confrontant à des systèmes complexes (e.g. tuberculose bovine ; « spatial and temporal vectors of infection » (Nugent, 2011)). D'un point de vue conceptuel, l'articulation avec les sciences sociales nécessite un approfondissement de la réflexion afin d'intégrer les dynamiques sociales, politiques et économiques, non plus comme des drivers externes des dynamiques épidémiologiques, mais comme des éléments à part entière du système socio-écologique à risque d'émergence (Janes et al., 2012). Une étape importante sera également la formalisation quantitative du cadre opérationnel, qui pourrait adopter une modélisation de type R0/force d'infection, comme le suggère (Viana et al., 2014).

VI. ORIENTATIONS FUTURES DE MES RECHERCHES ET IMPLICATION POTENTIELLE DE FUTURS ETUDIANTS

Développement de la Plateforme de Recherche Production et Conservation en Partenariat

Depuis le début de l'année 2007, avec l'aide et le soutien de collègues de l'UR AGIRs et du CNRS-LBBE, j'ai consacré la majeure partie de mon énergie à la mise en place et la coordination de la Plateforme de Recherche « Production et Conservation en Partenariat » en Afrique australe (cf section Curriculum Vitae). Ce dispositif de recherche en partenariat et de formation supérieure est l'aboutissement de collaborations de longue date entre des chercheurs français et zimbabwéens, dans le domaine de l'écologie, l'environnement et la santé animale au Zimbabwe.

Même si les recherches menées dans ce contexte dépassent largement ma personne et mes compétences, je détaillerai ci-dessous les enjeux et les objectifs de la RP-PCP, ainsi que le cadre de recherche qui a été co-construit avec les partenaires de la RP-PCP, car ils illustrent assez bien les ambitions, multidisciplinaires et alliant recherche et développement, de mes propres recherches dans le futur.

A quels enjeux tentons-nous de répondre ?

Le projet scientifique de la PR-PCP est centré sur les relations Homme-Nature, afin de concilier les objectifs de conservation de la biodiversité et de production agricole, notamment en périphérie des aires protégées. En menant des recherches appliquées sur les dynamiques écologiques, sociales et épidémiologiques aux interfaces homme-faune-bétail, la plateforme ambitionne de fournir des innovations scientifiques et techniques (e.g. surveillance et contrôle des maladies émergentes ; gestion des conflits homme-faune) et institutionnelles (e.g. gouvernance locale des ressources naturelles) permettant d'améliorer les conditions de vie des agriculteurs vivant dans ces zones marginales.

L'objet de recherche de la RP-PCP concerne les anthropo-écosystèmes (*'socio-ecological systems'*) en périphérie des aires de conservation en Afrique australe. L'objectif général de la RP-PCP est d'améliorer la compréhension de la durabilité des anthropo-systèmes dans ce contexte. Bien que le dispositif ait une vocation résolument interdisciplinaire (comme nous le verrons dans la paragraphe suivant), les actions de recherche de la RP-PCP sont structurées autour de 4 volets thématiques principaux :

- Le volet "Santé animale et environnement" est coordonné par le CIRAD/AGIRs et UZ/Veterinary Faculty. Il correspond à l'axe 4 des priorités du CIRAD, et les questions abordées concernent directement le projet scientifique de l'UR 22 : l'émergence de maladies dans les systèmes multi-hôtes/multi-pathogènes, l'impact et le contrôle des maladies infectieuses transfrontalières, la

caractérisation et la surveillance des maladies à l'interface faune/bétail et la perception des risques sanitaires/'One Health';

- Le volet "Institutions et Gouvernance des Resource Naturelles" est coordonné par l'UZ/CASS (Dr B. Mukamuri) et UZ/Animal Science (Dr P. Mugabe). Il correspond en partie à l'axe 6 des priorités du CIRAD. Les questions abordées concernent notamment la gouvernance locale des ressources naturelles (CBNRM) et les dynamiques sociales en périphérie des aires protégées transfrontalières ;

- Le volet "Conservation et Agriculture" est coordonné par UZ/Dept of Geography et par l'UZ/Soil Science and Agriculture Engineering (il correspond en partie à l'axe 1 des priorités du CIRAD). Les questions abordées concernent notamment l'impact de l'agriculture sur les milieux naturels, les systèmes de productions agricoles et les techniques d'agriculture de conservation. Une question fondamentale abordée dans le cadre de ce volet est de déterminer les impacts environnementaux (biodiversité, habitats pour la faune,...) de pratiques agricoles telles que l'intensification sur des champs pérennes ou l'extensification avec rotation/jachères ;

- Le volet "Ecologie" coordonné par UZ-TREP (Prof S. Kativu) et NUST (Prof P. Mundy). Les questions abordées concernent la dynamique des populations et le comportement des espèces herbivores, notamment l'étude des préférences d'habitat par suivis télémétriques (faune et bétail), mais également la dynamique de la végétation (impact de l'herbivorie) et des points d'eau. De manière globale, ce volet aborde des questions essentielles pour la coexistence des aires protégées et de leurs périphéries, telles que conflits homme-faune en lien avec les dynamiques écologiques à l'intérieur et en périphérie des aires protégées (systèmes « source-puits », « *ecological trap* ») et l'écologie des ressources naturelles sous pression anthropique.

Quelles sont les principales questions de recherche ?

Le projet scientifique a été initialement construit sur l'hypothèse que la diversité/hétérogénéité (biologique, sociale/ethnique, systèmes de productions, hôtes-pathogènes...), qui est une caractéristique inhérente aux interfaces domestique/sauvage, joue un rôle essentiel pour assurer la durabilité de ces systèmes face aux changements globaux (changement climatique, émergence de maladies, ...).

Pour chacune des 4 thématiques principales évoquées ci-dessus, cette question transversale se décline de manière spécifique pour répondre à des enjeux disciplinaires majeurs. La diversité spécifique des hôtes sauvages et domestiques est-elle un facteur favorisant l'émergence de maladies aux interfaces, ou la diversité est-elle au contraire un facteur de régulation ? L'hétérogénéité, ethnique et socio-culturelle s'oppose-t-elle à la cohésion sociale des communautés villageoises en périphérie des aires protégées ? La diversification des types de productions agricoles diminue-t-elle la vulnérabilité des ménages aux chocs climatiques ou socio-économique ? Toutes ces questions sont pertinentes pour améliorer la compréhension des dynamiques aux interfaces faune-bétail, et améliorer leur gestion pour optimiser la coexistence entre les activités de production (notamment agricoles) et

les activités de conservation. Mais le principal enjeu de la RP-PCP est d'adresser cette question de manière interdisciplinaire, ce qui nécessite un cadre théorique approprié.

Cadre conceptuel interdisciplinaire

Dans un souci d'assurer une co-construction et une appropriation par les partenaires de la RP-PCP, nous avons développé un modèle interdisciplinaire du fonctionnement des systèmes socio-écologiques dans les zones d'interfaces. Après avoir passé en revue plusieurs modèles, nous avons adopté un modèle (Figure VI.1) inspiré de la thèse de C. Guerbois (Guerbois, 2012). Ce modèle associe dans le même système une composante biophysique (à gauche Figure VI.1) définie par des dynamiques des espèces, en partie liées à leur diversité, et d'autre processus écosystémiques. La composante humaine (socio-écologique, culturelle et économique) de l'écosystème est définie par le bien-être des populations. Les interactions entre ces deux composantes (biophysiques et humaines) passent par la fourniture de services écosystémiques et également de « dis-services » ((Zhang et al., 2007), qui sont en partie liées aux stratégies de gestion adoptées et à leur conséquences en terme d'occupation des sols. Un point fondamental et original du modèle adopté de Guerbois (Guerbois, 2012) est l'importance donnée aux valeurs (associée à la biodiversité, aux produits agricoles, aux ressources naturelles...) dans les interactions entre les populations locales et leur milieu naturel, qui fait écho à la suggestion de Infield (Infield, 2001) pour la promotion des valeurs culturelles associées aux ressources naturelles.

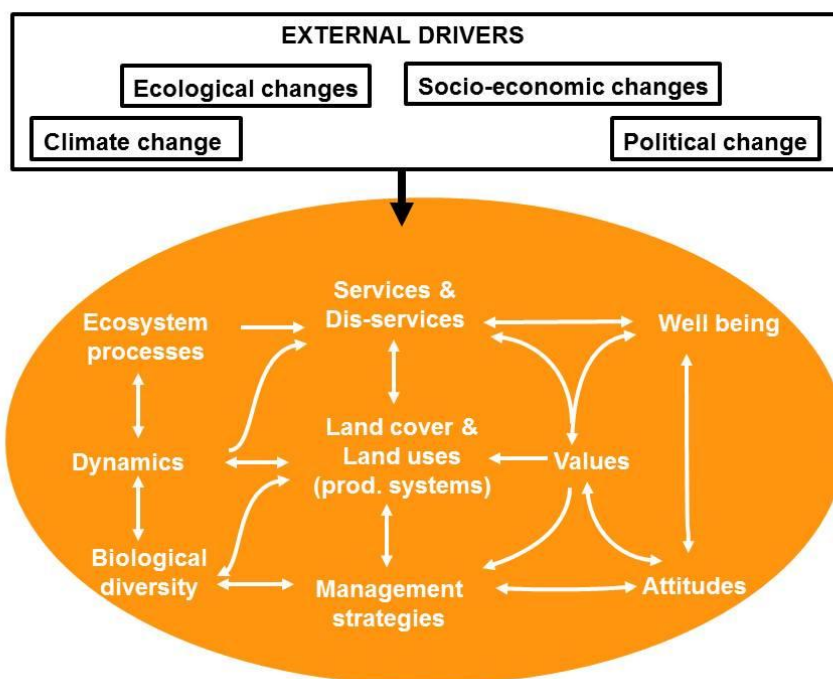


Figure VI.1 : Modèle conceptuel d'un socio-écosystème à l'interface incluant une aire protégée et sa périphérie (d'après (Guerbois, 2012)).

Conséquences concrètes de l'orientation de mes recherches pour l'encadrement de futurs étudiants.

Quelques questions que j'aimerais aborder avec des étudiants

Dans ce cadre de recherche proposé par la RP-PCP pour la compréhension et la gestion des socio-écosystèmes aux interfaces homme-bétail-faune, je souhaiterais aborder les questions suivantes, qui pourraient constituer tout ou partie de sujets de thèse d'étudiants de 3^{ième} cycle :

- Déterminants de la mobilité des ongulés sauvages et domestiques et conséquences sanitaires des contacts interspécifiques. Nous avons vu au cours des chapitres précédents que l'accès aux ressources (eau, fourrages) était un des déterminants majeurs des mouvements à la fois de la faune et du bétail dans les zones d'interface. Or, notre compréhension demeure parcellaire concernant les mécanismes qui régissent l'accès à ces ressources, particulièrement en zone semi-aride où ces ressources sont limitées, et dans un contexte d'aridification, ce qui a des conséquences non seulement sur la coexistence bétail-faune mais également sur les risques sanitaires aux interfaces bétail-faune. Quels sont les types d'habitat sélectionnés et potentiellement partagés par le bétail et les herbivores sauvages sympatriques ? Les travaux initiés dans le cadre de la RP-PCP apporteront des éléments de réponse, notamment pour ce qui concerne l'utilisation des habitats et l'accès à l'eau : travaux menés par H. Valls à Hwange (thèse SIBAGHE en cours dans le cadre du projet SAVARID coordonné par H. Fritz)), et la thèse de E. Mudongo (PhD U. Botswana dans le cadre du projet FSP RenCaRe, coordonné par R. Fynn) qui devrait également apporter des éléments de réponse pour l'écosystème du parc de Chobe et de sa périphérie. Plusieurs méthodes d'analyse ont été développées pour estimer le domaine vital des animaux à partir de données de télémétrie (e.g. revue par (Laver and Kelly, 2008)) et pour analyser la sélection de ces habitats en fonction des ressources disponibles (Selection Function (Boyce and McDonald, 1999) et K-select (Calenge et al., 2005)). Mais peut-on identifier les habitats qui présentent un risque élevé de transmission de parasites à l'échelle des paysages d'interface faune-bétail ? Au-delà de la mobilité des ongulés, et de leur sélection de l'habitat et des ressources qu'elles contiennent, cette question cruciale nécessite le développement d'outils appropriés afin de définir les contacts potentiellement infestant, dans le temps et dans l'espace. Les travaux menés dans le cadre de la thèse de E. Miguel (SIBAGHE 2012 dont j'étais codirecteur) avait démontré de manière empirique les relations entre la fréquence des contacts et la transmission de la fièvre aphteuse. Mais cette question offre des opportunités de développements méthodologiques (comment définir les fenêtres spatio-temporelle de contacts, directs ou indirects, pour des espèces mobiles sympatriques) et pratiques, pour lesquelles nous disposons de terrains et de données appropriées (e.g. données télémétrie bovins/buffles, maladies modèles ayant des modes de transmission variés tuberculose/brucellose/tiques et maladies à tiques).

- Rôles fonctionnels des communautés d'hôtes sauvages et domestiques dans la transmission de maladies aux interfaces sauvages et domestiques. Dans le prolongement des réflexions sur les groupes fonctionnels épidémiologiques présentés précédemment (Chapitre V.G), plusieurs questions, à la fois conceptuelles et techniques, se posent qui pourraient donner lieu à des travaux en collaboration avec des étudiants. Tout d'abord, une approche comparative s'impose afin de mieux définir les caractéristiques des populations/espèces qui sont les plus susceptibles de jouer tel ou tel rôle épidémiologique dans les émergences de pathogènes, avec à terme l'objectif de mieux anticiper les émergences en ciblant les populations/espèces à risque. Cette démarche a en partie été initiée de manière empirique (e.g. virus à ARN, rongeurs, chauve-souris...(Wood et al., 2012; Daszak et al., 2013)), mais la RP-PCP pourrait fournir des terrains et des conditions particulièrement propices à l'approfondissement de ces questions (e.g. comparaison du rôle des bovins domestiques et des buffles dans différentes interfaces au Zimbabwe et dans le pays limitrophes et pour différentes maladies/pathogènes). D'autre part, une des limites à l'heure actuelle du cadre opérationnel proposé pour les GFE est l'absence de formalisation quantitative, qui permettrait d'objectiver l'allocation des espèce/populations dans les différentes GFE, et de comparer le rôle joué par une espèce/population donnée entre plusieurs socio-écologiques systèmes. Une des possibilités serait de modéliser les variations de R_0 /force d'infection entre les différentes GFE entre le réservoir/maintenance et la population cible (Viana et al., 2014). Mais d'autres approches indirectes pourraient faire appel à une quantification des flux de gènes entre les populations de parasites des différentes GFE (e.g. tiques et maladies à tiques), ou même utiliser la différenciation de populations « d'un indicateur neutre de contact » entre espèces, telle la bactérie *Escherichia coli* ubiquiste chez les mammifères (e.g. (Rwego et al., 2008)), qui renseignerait par un proxy quantifié sur les voies de transmission potentielle de pathogènes entre espèces/populations.

- Durabilité des socio-écosystèmes à l'interface et risque sanitaires. La conservation de la biodiversité et le développement des populations humaines en périphérie des aires protégées sont intimement liés, et mutuellement dépendants l'un de l'autre. Or nous avons vu que les stratégies et les logiques des acteurs locaux à l'interface (communautés, parcs nationaux, forestiers, opérateurs touristiques, ONG et organismes de recherche...) sont complexes et qu'elles conditionnent les capacités d'adaptations aux changements globaux. La thèse de A. Perroton (thèse SIBAGHE en cours, codirigée par D. McKey, C. Le Page, H. Fritz et moi-même) aborde ces jeux d'acteurs pour l'anthropo-écosystème de Hwange et sa périphérie dans un contexte de changement climatique (aridification). Mais il convient de noter l'importance historique des questions de santé faune-bétail (et vice-versa), qui ont défini en grande partie la création des aires protégées en Afrique australe (Andersson and Cumming, 2013) et qui continuent de peser sur les options de développement, notamment agricole (e.g. (Thomson et al., 2004)). De ce point de vue, il est important d'intégrer les perceptions des risques sanitaires (de Garine-Wichatitsky et al., 2013) et les pratiques des populations vivant au contact de la grande faune africaine, afin d'éviter des décalages d'échelle (« scale mismatch » ; (Cumming et al., 2006)) entre le

niveau local où ces risques sanitaires sont perçus et subis, et les niveaux décisionnels, nationaux ou même internationaux, où les décisions concernant la gestion de ces risques sont prises (et parfois également subies).

Partenariat

L'orientation de mes travaux au cours des dernières années, et dans le futur, cherche à caractériser, afin de mieux gérer, le fonctionnement de systèmes complexes à l'interface sauvage-domestique : les anthropo-écosystèmes et les systèmes multi-hôtes/multi-pathogènes. Ces questions sont éminemment interdisciplinaires et font appel à des méthodes et des concepts variés empruntés à des disciplines allant des sciences humaines, à l'écologie (fonctionnelle, des communautés) en passant par la génétique ou les sciences vétérinaires et agronomiques. La faisabilité de ces travaux repose donc en grande partie sur un réseau de collaborations solide, avec des équipes de disciplines variées. C'est au travers de la plateforme RP-PCP que ces collaborations ont été nouées, et que je souhaiterais les renforcer et les étendre dans le futur, et également vers d'autres équipes françaises et européennes. Il est vraisemblable que les étudiants que je serai amené à encadrer dans le futur le soient en collaboration avec un ou plusieurs des partenaires liés ci-dessous, sans bien sûr que cette liste ne soit exhaustive ni exclusive.

En écologie, le partenariat établi de longue date avec le CNRS (LBBE à Lyon, H. Fritz et étudiants ; CEBC à Chizé, P. Duncan), devrait être développé avec d'autres laboratoires métropolitains (CNRS-CEFE à Montpellier, notamment S. Chamaillé-James et T. Boulinier). La thèse de E. Miguel (SIBAGHE, 2012) que j'ai codirigée avec T. Boulinier et H. Fritz, et la thèse de H. Valls (SIBAGHE, en cours) codirigée avec S. Chamaillé et H. Fritz, attestent de ce partenariat actif. En Afrique australe, j'ai développé un partenariat étroit dans le cadre de la RP-PCP avec le Department of Biological Science de University of Zimbabwe (UZ ; Prof S. Kativu, Dr M. Zimba et étudiants) et le Department of Forestry and Wildlife Management de l'Université de Bulawayo (NUST ; Prof P. Mundy et étudiants), étant formellement associé en tant que « Research Associate » à UZ/Biological Science Department et impliqué dans la codirection d'un PhD (J. Mundava). Dans le cadre de la régionalisation de la RP-PCP, j'ai également noué un partenariat dans le domaine de l'écologie avec l'Okavango Research Institute (Université du Botswana) qui est amené à se développer avec le montage d'un PhD codirigé avec le Dr R. Fynn.

Pour les aspects liés à l'agronomie et les systèmes de production agricoles dans les zones d'interface, mes partenaires de la plateforme sont essentiellement issus de UZ/Department of Geography and Environmental Sciences (Prof A. Murwira) pour la partie télémétrie et imagerie satellitaire, avec lequel je codirige un PhD en cours de soumission (F. Zengeya), et des collaborations avec le Dept of Soil Science (Prof P. Mapfumo) et le Dept of Animal Science (Dr P. Mugabe). J'ai également travaillé avec l'Université de Wageningen (Prof K. Giller et Prof P. Tittonell) dans le cadre de la rédaction d'un ouvrage, et je souhaite redévelopper ce partenariat dans le futur. Au niveau

national, j'ai eu la chance d'être associé à un projet sur l'agro-écologie d'un système agricole dans les zones inondables de Zambie, qui est en cours de développement et de recherche de financement avec le CNRS-CEFE/UM2 (Prof. D. McKey), et d'autres collaborations de ce type pourraient être amenées à se développer. Enfin, l'implication de l'unité CIRAD/GAIA (E. Scopel) dans le projet EU-DREAM mis en place au Zimbabwe par la RP-PCP devrait permettre de développer les partenariats avec cette équipe.

Pour les questions liées à l'épidémiologie et aux sciences vétérinaires, un des principaux partenaires avec lesquels j'ai collaboré durant les années passées dans le cadre de la RP-PCP est la Faculté Vétérinaire de UZ (Dr D. Pfukenyi, Prof. G. Matope), ayant codirigé un MPhil (C. Gomo) et ce partenariat étant amené à se développer dans le cadre du projet FSP-RenCaRe. Au niveau régional la Faculté Vétérinaire de Ondestepoort (University of Pretoria) est également un partenaire important avec lequel j'ai collaboré dans le passé pour des publications ou des formations (Prof A. Michel, Prof K. Coetzer), et ce partenariat est amené à se développer avec le projet FSP-RenCaRe (qui cofinance notamment un étudiant en Master de UP). En métropole, outre les membres de AGIRs avec lesquels je collabore, j'ai collaboré dans le passé avec des membres des équipes CNRS-IRD/GEMI (Dr C. Chevillon) et IRD-Intertryp (T. De Meeûs), et je souhaite redévelopper ces collaborations sur la génétiques des parasites et de leurs hôtes dans les zones d'interface faune-bétail.

Enfin, pour les aspects liés aux sciences sociales, j'ai collaboré de manière active dans le cadre de la RP-PCP avec UZ/Centre of Applied Social Sciences (Dr B. Mukamuri et Prof V. Dzingirai), avec notamment la codirection d'une étudiante de MSc et le montage de formations. Sur les aspects concernant la modélisation des jeux d'acteurs dans les socio-écosystèmes aux interfaces, je collabore activement avec le CIRAD-GREEN (Dr C. Le Page) et le CEFE-CNRS/UM2 (Prof D. McKey, R. Mathevet), notamment dans le cadre de la thèse en cours de A. Perroton (SIBAGHE). Enfin, pour ce qui concerne les aspects anthropologiques des interactions Homme-Nature, je collabore de longue date avec l'Université de Nanterre/Paris X (Dr E. Garine-Wichatitsky) et avec le CNRS-PRODIG (Dr C. Raimond), et ces activités sont amenées à se développer, notamment dans le cadre du projet ANR-PIAF (coordonné par le Dr A. Sourdril, CNRS-LADYSS).

Projets en cours de soumission ou d'évaluation pour cofinancer ces activités

En plus des projets en cours qui ont sécurisé des financements pour les activités proposées, y compris le financement d'étudiants de troisième cycle (thèses/Phd, Master), tels que le projet ANR-SAVARID (coordonné par H. Fritz, CNRS-LBBE), le projet FSP-RenCaRe (coordonné par M. de Garine-Wichatitsky, CIRAD-AGIRs) et le projet EU-DREAM (CIRAD-AGIRs), les projets listés ci-après pourraient apporter des financements complémentaires s'ils sont finalisés :

- Projet « Transmission d'*Escherichia coli* et de ses antibiorésistances dans les socio-écosystèmes africains », coordonné et présenté par A. Caron (CIRAD, AGIRs) au financement de l'ANSES

(appel à projet PNR EST 2014). Ce projet propose une approche originale pour étudier la transmission de pathogènes entre des populations d'hôtes à partir d'un « patho-indicateur neutre ». Il associe deux unités du CIRAD, le Centre for Applied Social Sciences (CASS) de l'Université du Zimbabwe et l'UMR 1137 de l'INSERM. Ma contribution au projet a consisté à la réflexion sur les concepts qui seront testés dans ce projet, à l'élaboration des protocoles qui seront mis en place, et à l'établissement des collaborations avec les équipes partenaires, notamment au Zimbabwe. Un projet plus ambitieux sur un sujet similaire, soumis à l'ANR en 2012 et 2013, n'a pas été financé malgré des commentaires encourageants du comité de sélection.

- Concept note ODISS in GLTFCA “Optimised Disease Surveillance Systems at wildlife/domestic interface in the GLTFCA” Coordonné et présenté par A. Caron (CIRAD, AGIRs) au financement SADC/CCARDESA (appel à projet recherche 2014). Cette concept-note se propose d'optimiser les stratégies d'échantillonnage sur la faune et sur le bétail pour la surveillance des maladies faune/bétail/homme (en prenant pour exemple la brucellose) dans les zones d'interface du Great Limpopo TFCA. Le projet associerait deux chercheurs du CIRAD-AGIRs basés au Mozambique (A. Caron) et au Zimbabwe (M. de Garine-Wichatitsky), avec des équipes des facultés vétérinaires de l'Université E. Mondlane et de l'Université du Zimbabwe. Le diagnostic brucellose sur les échantillons de faune et bétail collectés seraient effectués par le Terramo Laboratory Institute (Italie) ainsi que les services vétérinaires des deux pays.
- Projet « An analysis of livestock-wildlife interactions in the Kasane region of northern Botswana ». Coordonné et présenté par Dr R. Fynn (Okavango Research Institute, University of Botswana) à un financement interne de ORD/UB (appel à projet de recherche mai 2014). Ce projet viendrait en cofinancement du PhD de E. Mudongo, financé par l'appel d'offre SADC du projet RenCaRe (validé en février 2014), sur les interactions écologiques entre les bovins domestiques et les herbivores domestiques en périphérie du parc de Chobe au Botswana. Le projet portera essentiellement sur l'analyse du régime alimentaire des herbivores sauvages et des bovins, l'estimation de l'impact du pâturage des bovins sur les ressources fourragères (notamment sur les habitats et ressource clefs en saison sèche pour les herbivores sauvages), et les conséquences épidémiologiques de ces interactions (spill-over et spill-back de parasites). Le projet associerait un étudiant des parcs nationaux du Botswana (E. Mudongo), un chercheur de l'Université du Botswana/Okavango Research Institute, un chercheur du CNRS (H. Fritz) et deux chercheurs du CIRAD (A. Caron et M. de Garine-Wichatitsky).
- Pré-projet « Persistence & emergence of Rift Valley Fever in southern Africa: effect of livestock-wildlife interface, movement, vectors and ecological factors ». Coordonné et présenté par le Prof D. Pfeiffer (Royal Veterinary College, London, UK), ce pré-projet sera resoumis au financement d'un appel d'offre joint britannique (notamment en lien avec DFID) et américain intitulé « Zoonoses and emerging livestock systems: reducing the risk to livestock and people ».

Ma contribution porterait essentiellement sur l'étude de la circulation du virus de la Fièvre de la Vallée du Rift aux interfaces faune-bétail en Afrique australe.

VII. RÉFÉRENCES CITÉES

- A01. Fritz, H., de Garine-Wichatitsky, M. & Letessier, G. (1996) *Habitat use by sympatric wild and domestic herbivores in an African savanna woodland: the influence of cattle spatial behaviour*. *Journal of Applied Ecology*, **33**, 589-598.
- A02. Fritz, H. & de Garine-Wichatitsky, M. (1996) *Foraging in a social antelope: effects of group size on foraging choices and resource perception in impala*. *Journal of Animal Ecology*, **65**, 736-742.
- A04. de Garine-Wichatitsky, M., De Meeus, T., Guegan, J. F. & Renaud, F. (1999) *Spatial and temporal distributions of parasites: can wild and domestic ungulates avoid African tick larvae?* *Parasitology*, **119** (Pt 5), 455-466.
- A07. Vourc'h, G., de Garine-Wichatitsky, M., Labbé, A., Rosolowski, D., Martin, J. L. & Fritz, H. (2002) *Monoterpene effect on feeding choice by deer*. *Journal of Chemical Ecology*, **28**, 2411-2427.
- A09. de Garine-Wichatitsky, M. (2002) *Adult tick burdens and habitat use of sympatric wild and domestic ungulates in a mixed Ranch in Zimbabwe: No evidence of a direct relationship*. *Annals of the New York Academy of Sciences*, **969**, 306-313.
- A11. Barré, N., Bianchi, M. & de Garine-Wichatitsky, M. (2002) *Effect of the association of cattle and rusa deer (*Cervus timorensis russa*) on populations of cattle ticks (*Boophilus microplus*)*. *Ann. N. Y. Acad. Sci.*, **969**, 280-289.
- A12. de Garine-Wichatitsky, M., Fritz, H., Gordon, I. J. & Illius, A. W. (2004) *Bush selection along foraging pathways by sympatric impala and greater kudu*. *Oecologia*, **141**, 68-75.
- A13. Ducornez, S., Barré, N., Miller, R. J. & Garine-Wichatitsky, M. (2005) *Diagnosis of amitraz resistance in *Boophilus microplus* in New Caledonia with the modified Larval Packet Test*. *Vet Parasitol*, **130**, 285-292.
- A14. de Garine-Wichatitsky, M., Soubeyran, Y., Maillard, D. & Duncan, P. (2005) *The diets of introduced rusa deer (*Cervus timorensis russa*) in a native sclerophyll forest and a native rainforest of New Caledonia*. *New Zealand Journal of Zoology*, **32**, 117-126.
- A15. Spaggiari, J. & de Garine-Wichatitsky, M. (2006) *Home range and habitat use of introduced rusa deer (*Cervus timorensis*) in a mosaic of savannah and native sclerophyll forest of New Caledonia*. *New Zealand Journal of Zoology*, **33**, 175-183.
- A16. Read, J., Sanson, G. D., de Garine-Wichatitsky, M. & Jaffré, T. (2006) *Sclerophylly in contrasting tropical environments: low nutrients versus low rainfall*. *American Journal of Botany*, **93**, 1601-1614.
- A18. Read, J., Sanson, G., Caldwell, E., Clissold, F., Chatain, A., Peeters, P., Byron, B., Lamont, B., de Garine-Wichatitsky, M., Jaffre, T. & Kerr, S. (2009) *Correlations between leaf toughness and phenolics among species in contrasting environments of Australia and New Caledonia*. *Annals of Botany*, **103**, 757-767.
- A19. de Garine-Wichatitsky, M., de Meeûs, T., Chevillon, C., Berthier, D., Barré, N., Thévenon, S. & Maillard, J.-C. (2009) *Population structure of wild and farmed rusa deer (*Cervus timorensis russa*) in New-Caledonia inferred from polymorphic microsatellite loci*. *Genetica*, **137**, 313-323.
- A20. De Meeûs, T., Koffi, B. B., Barré, N., de Garine-Wichatitsky, M. & Chevillon, C. (2010) *Swift sympatric adaptation of a species of cattle tick to a new deer host in New Caledonia*. *Infect Genet Evol*, **10**, 976-983.
- A21. de Garine-Wichatitsky, M., Caron, A., Gomo, A., Foggin, C., Dutlow, K., Pfukenyi, D., Lane, E., Le Bel, S., Hofmeyr, M., Hlokwé, T. & Michel, A. (2010) *Bovine tuberculosis in Buffaloes, Southern Africa*. *Emerging Infectious Diseases*, **16**, 884-885.
- A24. Zengeya, F., Murwira, A. & De Garine-Wichatitsky, M. (2011) *An IKONOS-based comparison of methods to estimate cattle home ranges in a semi-arid landscape of southern Africa*. *International Journal of Remote Sensing*, **32**, 7805-7826.

- A25.** Gomo, C., De Garine-Wichatitsky, M., Caron, A. & Pfukenyi, D. (2012) *Survey of brucellosis at the wildlife-livestock interface on the Zimbabwean side of the Great Limpopo Transfrontier Conservation Area. Tropical Animal Health and Production*, **44**, 77-85.
- A28.** Caron, A., De Garine-Wichatitsky, M., Ndlovu, M. & Cumming, G. S. (2012) *Linking avian communities and avian influenza ecology in southern Africa using epidemiological functional groups. Vet Res*, **43**.
- A29.** Caron, A., Miguel, E., Gomo, C., Makaya, P., Pfukenyi, D., Foggin, C., Hove, T. & de Garine-Wichatitsky, M. (2013) *Relationship between burden of infection in ungulate populations and wildlife/livestock interfaces. Epidemiology and Infection*, **141**, 1522-1535.
- A31.** de Garine-Wichatitsky, M., Miguel, E., Mukamuri, B., Garine-Wichatitsky, E., Wencelius, J., Pfukenyi, D. & Caron, A. (2013) *Coexisting with wildlife in transfrontier conservation areas in Zimbabwe: Cattle owners' awareness of disease risks and perceptions of the role played by wildlife. Comparative immunology, microbiology and infectious diseases*, **36**, 321– 332.
- A32.** de Garine-Wichatitsky, M., Caron, A., Kock, R. A., Tschopp, R., Munyeme, M., Hofmeyr, M. & Michel, A. (2013) *A review on bovine tuberculosis at the wildlife/livestock/human interface in sub-Saharan Africa. Epidemiology and Infection*, **141**, 1342–1356.
- A33.** Miguel, E., Grosbois, V., Caron, A., Cornélis, D., Boulinier, T., Fritz, H., Foggin, C., Makaya, P., Tshabalala, P. & de Garine-Wichatitsky, M. (2013) *Contacts and foot and mouth disease transmission from wild to domestic bovines in Africa. Ecosphere*, **4**, 51.
- A34.** Jori, F., Caron, A., Thompson, P. N., Dwarka, R., Foggin, C., de Garine-Wichatitsky, M., Hofmeyr, M., Van Heerden, J. & Heath, L. (2014, in press) *Characteristics of Foot-and-Mouth Disease Viral Strains Circulating at the Wildlife/livestock Interface of the Great Limpopo Transfrontier Conservation Area. Transboundary and Emerging Diseases*.
- A35.** Zengeya, F. M., Murwira, A. & de Garine-Wichatitsky, M. (2014) *Seasonal habitat selection and space use by a semi-free range herbivore in a heterogeneous savanna landscape. Austral Ecology*.
- Act05.** de Garine-Wichatitsky, M. & Spaggiari, J. (2008) Alien plants in native sclerophyll forests of New Caledonia : the role of ungulates? *Ecology, impacts and management of invasive plant species in pastoral areas* (ed^ V. Blanfort & W. Orapa), pp. 85-89. Secretariat of the Pacific Community, Nouméa & Suva.
- Act08.** **de Garine-Wichatitsky, M.**, Barré, N., Blanfort, V., Brescia, F., Chazeau, J., Fogliani, B., Jaffré, T., Jourdan, H., Meyer, J. Y., Papineau, C. & Tassin, J. (2004) *Altération de la biodiversité terrestre des îles françaises du Pacifique: effets de l'anthropisation et des invasions biologiques. Assises de la Recherche Française dans le Pacifique* (ed^, pp. 89-96. Nouméa, Nouvelle Calédonie.
- Andersson, J. A. & Cumming, D. H. M. (2013) *Boundary formation and TFCAs in Southern Africa. Transfrontier conservation areas : People living on the edge* (ed^ J. A. Andersson, M. De Garine-Wichatitsky, D. H. M. Cumming, V. Dzingirai & K. E. Giller), pp. 25-61. Earthscan Publications, Londres.
- Anonymous (2012a) *Africa's demographic trends*. (ed^, pp. 9. African Bank of Development.
- Anonymous (2012b) *HANDISTATUS II*. (ed^, World Organisation for Animal Health (OIE).
- Anonymous (2012c) *World Animal Health Information Database (WAHID)* (ed^, World Organisation for Animal Health (OIE).
- Aranaz, A., De Juan, L., Montero, N., Sanchez, C., Galka, M., Delso, C., Alvarez, J., Romero, B., Bezos, J., Vela, A. I., Briones, V., Mateos, A. & Dominguez, L. (2004) *Bovine tuberculosis (Mycobacterium bovis) in wildlife in Spain. Journal of Clinical Microbiology*, **42**, 2602-2608.
- Arsenault, R. & Owen-Smith, N. (2002) *Facilitation versus competition in grazing herbivore assemblages. Oikos*, **97**, 313-318.
- AS1.** de Garine-Wichatitsky, M., Caron, A. & Morand, S. (Soumis) *Epidemiological Functional Groups: a framework for the identification of key host populations involved in emerging diseases. Emerging Infectious Diseases*.
- AS8.** Caron, A., Cappelle, J., Cumming, G., de Garine-Wichatitsky, M. & Gaidet, N. (Soumis) *Bridge hosts, a missing link for disease ecology in multi-host systems. Soumis Proc. Royal Soc. B Proceeding of the Royal Society of London B*.

- AS9.** Caron, A., Cornélis, D., Foggin, C., Hofmeyr, M. & de Garine-Wichatitsky, M. (Soumis) *Transboundary Conservation Areas, African Buffalo movements and Animal Diseases. Emerging Infectious Diseases.*
- AS09.** Caron, A., Cornélis, D., Hofmeyr, M. & de Garine-Wichatitsky, M. (in prep.) *Transboundary Conservation Areas, Buffalo movements and Animal Diseases. Emerging Infectious Diseases.*
- AS10.** Zengeya, F., Murwira, A. & de Garine-Wichatitsky, M. (Soumis) *Inference of herder presence from GPS collar data of semifree range cattle. Geocarto International.*
- Ayebazibwe, C., Mwiine, F. N., Tjornehoj, K., Balinda, S. N., Muwanika, V. B., Okurut, A. R. A., Belsham, G. J., Normann, P., Siegismund, H. R. & Alexandersen, S. (2010) *The role of African buffalos (Syncerus caffer) in the maintenance of foot-and-mouth disease in Uganda. BMC Vet Res*, **6**, 54.
- B02.** de Garine, I. & de Garine-Wichatitsky, M. (1999) *Providing impala meat (Aepyceros melampus) to local populations in Nyaminyami (Omay, Zimbabwe): nutritional and sociocultural aspects of man/wildlife interactions. Revue Bois et Forêts des Tropiques*, **262**, 61-76.
- B03.** de Garine-Wichatitsky, M., Duncan, P., Labbé, A., Suprin, B., Chardonnet, P. & Maillard, D. (2003) *A review of the diet of rusa deer Cervus timorensis russa in New Caledonia : Are the endemic plants defenceless against this introduced, eruptive ruminant? Pacific Conservation Biology*, **9**, 136-143.
- B08.** Zvidzai, M., Murwira, A., Caron, A. & de Garine-Wichatitsky, M. (2013) *Waterhole use patterns at the wildlife/livestock interface in a semi-arid savanna of Southern Africa. International Journal of Development and Sustainability*, **2**, IJDS12101701.
- Barré, N., Bianchi, M. & Chardonnet, L. (2001) *Role of Rusa deer Cervus timorensis russa in the cycle of the cattle tick Boophilus microplus in New Caledonia. Experimental and Applied Acarology*, **25**, 79-96.
- Barré, N. & Dutson, G. (2000) *Oiseaux de Nouvelle-Calédonie. Liste commentée des espèces. Alauda, Supplément au n° 68*, 48 pp.
- Barré, N. & Uilenberg, G. (2010) *Spread of parasites transported with their hosts: case study of two species of cattle tick. Revue scientifique et technique de l'Office international des Epizooties*, **29**, 149-160.
- Bastos, A. D. S., Boshoff, C. I., Keet, D. F., Bengis, R. G. & Thomson, G. R. (2000) *Natural transmission of foot-and-mouth disease virus between African buffalo (Syncerus caffer) and impala (Aepyceros melampus) in the Kruger National Park, South Africa. Epidemiol Infect*, **124**, 591-598.
- Bellan, S., Pulliam, J., Scott, J., Dushoff, J. & Committee, M. O. (2012) *How to Make Epidemiological Training Infectious. PLoS Biol*, **10**, e1001295.
- Bengis, R. G., De Klerk - Lorist, L.-M., Keet, D. F., Buss, P. E., van Schalkwyk, O. L., Michel, A., Hofmeyr, M., Cooper, D., van Helden, P. & Miller, M. (2012) *Bovine tuberculosis in free-ranging wildlife: a review of global occurrence, pathology and epidemiology of this disease, and potential conservation implications. International Wildlife TB Conference (ed^ Skukuza, Kruger National Park.*
- Bengis, R. G., Kock, R. A. & Fischer, J. (2002) *Infectious animal disease: the wildlife livestock interface. OIE Revue Scientifique et Technique*, **21**, 53-65.
- Bengis, R. G., Kock, R. A., Thomson, G. R. & Bigalke, R. D. (2004a) *Infectious diseases of animals in sub-Saharan Africa: The wildlife/livestock interface. Infectious Diseases of Livestock (ed^ J. A. W. Coetzer & G. R. Thomson). Oxford University Press.*
- Bengis, R. G., Kriek, N. P., Keet, D. F., Raath, J. P., de Vos, V. & Huchzermeyer, H. F. (1996) *An outbreak of bovine tuberculosis in a free-living African buffalo (Syncerus caffer--sparrman) population in the Kruger National Park: a preliminary report. Onderstepoort Journal of Veterinary Research*, **63**, 15-18.
- Bengis, R. G., Leighton, F. A., Fischer, J. R., Artois, M., Mörner, M. & Tate, C. M. (2004b) *The role of wildlife in emerging and re-emerging zoonoses. Rev. sci. tech. Off. int. Epiz.*, 2004, **23** (2).
- Bergström, R. & Skarpe, C. (1999) *The abundance of large wild herbivores in a semi-arid savanna in relation to seasons, pans and livestock. African Journal of Ecology*, **37**, 12-26.
- Borgatti, S. P. (1999) *Elicitation Techniques for Cultural Domain Analysis. The Ethnographic Toolkit (ed^ J. Schensul & M. Weeks). Sage Publications, Newbury Park.*

- Boukary, A. R., Thys, E., Abatih, E., Gamatié, D., Ango, I., Yenikoye, A. & Saegerman, C. (2011a) *Bovine Tuberculosis Prevalence Survey on Cattle in the Rural Livestock System of Torodi (Niger)*. *PLoS ONE*, **6**, e24629.
- Boukary, A. R., Thys, E., Mamadou, S., Rigouts, L., Matthys, F., Vias Frankc, S. G., Gamatié, D., Yenikoye, A. & Saegerman, C. (2011b) *La tuberculose à Mycobacterium bovis en Afrique subsaharienne*. *Annales de Medecine Veterinaire*, **155**, 23-37.
- Bourliere, F. & Hadley, M. (1970) *The ecology of tropical savannas*. *Annual Review of Ecology and Systematics*, **1**, 125-152.
- Bourn, D. & Blench, R. (1999) *Can livestock and wildlife co-exist? An interdisciplinary approach*. ODI, London.
- Boyce, M. S. & McDonald, L. L. (1999) *Relating populations to habitats using resource selection functions*. *Trends in Ecology & Evolution*, **14**, 268-272.
- Boyd, C., Blench, R., Bourn, D., Drake, L. & Stevenson, P. (1999) *Reconciling interests among wildlife, livestock and people in Eastern Africa: a sustainable livelihoods approach*. ODI *Natural resources perspectives*, **45**, 1-4.
- Brahmbhatt, D. P., Fosgate, G. T., Dyason, E. M., Budke, C., Gummow, B., Jori, F., Ward, M. P. & Srinivasan, R. (2012) *Contacts between domestic livestock and wildlife at the Kruger National Park Interface of the Republic of South Africa*. *Preventive Veterinary Medicine*, **103**, 16-21.
- Brook, R. K. & McLachlan, S. M. (2006) *Factors influencing farmers' concerns regarding bovine tuberculosis in wildlife and livestock around Riding Mountain National Park*. *J Environ Manage*, **80**, 156-166.
- Butt, B. & Turner, M. (2012) *Clarifying competition: the case of wildlife and pastoral livestock in East Africa*. *Pastoralism: Research, Policy and Practice*, **2**, <http://www.pastoralismjournal.com/2/1/9>.
- Calenge, C., Dufour, A. & Maillard, D. (2005) *K-select analysis: a new method to analyse habitat selection in radio-tracking studies*. *Ecological Modelling*, **186**, 143-153.
- Catley, A., Alders, R. & Wood, J. (2012) *Participatory epidemiology: Approaches, methods, experiences*. *The Veterinary Journal*, **191**, 151-160.
- Chamaillé-James, S., Valeix, M. & Fritz, H. (2007) *Managing heterogeneity in elephant distribution: interactions between elephant population density and surface-water availability*. *Journal of Applied Ecology*, **44**, 625-633.
- Chaminuka, P., McCrindle, C. M. & Udo, H. M. (2012) *Cattle farming at the wildlife/livestock interface: assessment of costs and benefits Adjacent to Kruger National Park, South Africa*. *Society & Natural Resources*, **25**, 235-250.
- Chardonnet, P. (1988) *Etude de faisabilité technique et économique de l'élevage de cerfs en Nouvelle-Calédonie*. (ed[^], pp. 282 pages. IEMVT/ADRAF, Nouméa.
- Chevillon, C., Ducornez, S., de Meeus, T., Koffi, B. B., Huguette, G., Delathiere, J.-M. & Barré, N. (2007a) *Accumulation of acaricide resistance mechanisms in Rhipicephalus (Boophilus) microplus (Acari: Ixodidae) populations from New Caledonia Island*. *Veterinary Parasitology*, **147**, 276-288.
- Chevillon, C., Koffi, B. B., Barré, N., Durand, P., Arnathau, C. & De Meeûs, T. (2007b) *Direct and indirect inferences on parasite mating and gene transmission patterns. Pangamy in the cattle tick Rhipicephalus (Boophilus) microplus*. *Infection Genetics and Evolution*, **7**, 298-304.
- Cleaveland, S., Shaw, D. J., Mfinanga, S. G., Shirima, G., Kazwala, R. R., Eblate, E. & Sharp, M. (2007) *Mycobacterium bovis in rural Tanzania: Risk factors for infection in human and cattle populations*. *Tuberculosis*, **87**, 30-43.
- CO01.** Fritz, H., Ducornez, S., de Garine-Wichatitsky, M., Letessier, G. & Chiparo, E. (1995) *Importance of browse for cattle in woodlands of Zimbabwe*. *International symposium on wild and domestic ruminants in extensive land use systems* (ed[^] R. R. Hofmann & H. J. Schwartz), pp. 177-184. Humbolt University, Berlin.
- Collinge, S. K. & Ray, C. (2006) *Disease ecology: community structure and pathogen dynamics*. (ed[^], pp. 227. Oxford University Press, Oxford, New York.
- Condy, J. B., Herniman, K. A. & Hedger, R. S. (1969) *Foot-and-mouth disease in wildlife in Rhodesia and other African territories. A serological survey*. *J Comp Pathol*, **79**, 27-31.

- Connell, J. H. (1980) *Diversity and the coevolution of competitors, or the ghost of competition past*. *Oikos*, **35**, 131-138.
- Cornélis, D.**, Caron, A., Miguel, E., Grosbois, V. & de Garine-Wichatitsky, M. (in prep) *An investigation of fusion-fission patterns in African buffalo herds (Gonarezhou National Park, Zimbabwe)*
- Cosivi, O., Grange, J. M., Daborn, C. J., Ravigione, M. C., Fujikura, T., Cousins, D., Robinson, R. A., Huchzermeyer, H. F. A. K., de Kantor, I. & Meslin, F.-X. (1998) *Zoonotic tuberculosis due to Mycobacterium bovis in developing countries*. *Emerging Infectious Diseases*, **4**, 59-70.
- Cosivi, O., Meslin, F. X., Daborn, C. J. & Grange, J. M. (1995) *Epidemiology of Mycobacterium bovis infection in animals and humans, with particular reference to Africa*. *OIE Revue Scientifique et Technique*, **14**, 733-746.
- Courchamp, F., Chapuis, J. L. & Pascal, M. (2003) *Mammal invaders on islands: impact, control and control impact*. *Biological Reviews*, **78**, 347-383.
- Craigie, I., Baillie, J., Balmford, A., Carbone, C., Collen, B., Green, R. & Hutton, J. (2010) *Large mammal population declines in Africa's protected areas*. *Biological Conservation*.
- Cross, P. C., Lloyd-Smith, J. O., Bowers, J. A., Hay, C. T., Hofmeyr, M. & Getz, W. M. (2004) *Integrating association data and disease dynamics in a social ungulate: bovine tuberculosis in African buffalo in the Kruger National Park*. *Ann. Zool. Fennici*, **41**, 879-892.
- Cross, P. C., Lloyd-Smith, J. O. & Getz, W. M. (2005) *Disentangling association patterns in fission-fusion societies using African buffalo as an example*. *Animal Behaviour*, **69**, 499-506.
- Cumming, D. (1993) *Multispecies systems: progress, prospects and challenges in sustaining range animal production and biodiversity in East and southern Africa*. *Proceedings, VII World Conference on Animal Production, Edmonton, Alberta* (ed^), pp. 145-159.
- Cumming, D. (2004) *Performance of Parks in a Century of Change*. *Parks in Transition: Biodiversity, rural development and the bottom line* (ed^ B. Child), pp. 105 - 124. Earthscan, London.
- Cumming, G. S. (1998) *Host preferences in African ticks (Acari: Ixodida): a quantitative data set*. *Bull. Entomol. Res.*, **88**, 379-406.
- Cumming, G. S., Cumming, D. H. M. & Redman, C. (2006) *Scale mismatches in social-ecological systems: causes, consequences and solutions*. *Ecology and Society*, **11**, 14-34.
- Daszak, P., Cunningham, A. A. & Hyatt, A. D. (2000) *Emerging infectious diseases of wildlife-threats to biodiversity and human health*. *Science*, **287**, 443-449.
- Daszak, P., Cunningham, A. A. & Hyatt, A. D. (2001) *Anthropogenic environmental change and the emergence of infectious diseases in wildlife*. *Acta Tropica*, **78**, 103-116.
- Daszak, P., Zambrana-Torrel, C., Bogich, T. L., Fernandez, M., Epstein, J. H., Murray, K. A. & Hamilton, H. (2013) *Interdisciplinary approaches to understanding disease emergence: The past, present, and future drivers of Nipah virus emergence*. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA*, **110**, 3681-3688.
- de Garine-Wichatitsky, M. (1999) *Ecologie des interactions hôtes/vecteurs : analyse du système tiques/ongulés sauvages et domestiques en zone tropicale*. Thèse de Doctorat, Université des Sciences et Techniques du Languedoc, Montpellier II.
- de Garine-Wichatitsky, M., Miguel, E., Mukamuri, B., Garine-Wichatitsky, E., Wencelius, J., Pfukenyi, D. & Caron, A. (2013) *Coexisting with wildlife in transfrontier conservation areas in Zimbabwe: Cattle owners' awareness of disease risks and perceptions of the role played by wildlife*. *Comparative immunology, microbiology and infectious diseases*, **36**, 321- 332.
- de Garine, I. (1993) *Culture, seasons and stress in two traditional African cultures (Massa and Mussey)*. *Seasonality and human ecology* (ed^ S. J. Ulijaszek & S. S. Strickland), pp. 184-201. University Press, Cambridge.
- de Garine, I. (2005) *Nourriture de brousse chez les Muzey et les Masa du Nord-Cameroun*. *Ressources vivrières et choix alimentaires dans le bassin du lac Tchad* (ed^ C. Raimond, E. Garine & O. Langlois), pp. 47-62. IRD Editions, Paris.
- de Leeuw, J., Waweru, M. N., Okello, O. O., Maloba, M., Nguru, P., Said, M. Y., Aligula, H. M., Heitkönig, I. & Reid, R. S. (2001) *Distribution and diversity of wildlife in northern Kenya in relation to livestock and permanent water points*. *Biological Conservation*, **100**, 297-306.

- De Vos, V., Bengis, R. G., Kriek, N. P., Michel, A., Keet, D. F., Raath, J. P. & Huchzermeyer, H. F. (2001) *The epidemiology of tuberculosis in free-ranging African buffalo (Syncerus caffer) in the Kruger National Park, South Africa. Onderstepoort Journal of Veterinary Research*, **68**, 119-130.
- Decker, D. J., Evensen, D. T., Siemer, W. F., Leong, K. M., Riley, S. J., Wild, M. A., Castle, K. T. & Higgins, C. L. (2010) *Understanding risk perceptions to enhance communication about human-wildlife interactions and the impacts of zoonotic disease. ILAR Journal*, **51**, 255-261.
- Dobson, A. & al., E. (2003).
- Du Toit, J. & Cumming, D. H. M. (1999) *Functional significance of ungulate diversity in African savannas and the ecological implications of the spread of pastoralism Biodiversity and Conservation*, **8**, 1643-1661.
- du Toit, J. & Olf, H. (2014) *Generalities in grazing and browsing ecology: using across-guild comparisons to control contingencies. Oecologia*, **174**, 1075-1083.
- du Toit, J. T. (2011) *Coexisting with cattle. Science*, **33**, 1710-1711.
- du Toit, J. T., Walker, B. H. & Campbell, B. M. (2004) *Conserving tropical nature: current challenges for ecologists. Trends in Ecology and Evolution*, **19**, 12-17.
- Dunham, K. M. (1982) *The foraging behaviour of impala Aepyceros melampus. South African Journal of Wildlife Research*, **12**, 36-40.
- Elton, C. S. (1927) *Animal Ecology*. (ed[^]. Methuen, London.
- Engering, A., Hogerwerf, L. & Slingenbergh, J. (2013) *Pathogen-host-environment interplay and disease emergence. Emerging Microbes & Infections*, **2**, e5.
- Etter, E., Donado, P., Jori, F., Caron, A., Goutard, F. & Roger, F. (2006) *Risk analysis and bovine tuberculosis, a re-emerging zoonosis. Ann N Y Acad Sci*, **1081**, 61-73.
- Ferguson, K. & Hanks, J. (2010) A review of the environmental, social and economic impacts of game an veterinary fencing in Africa with particular reference to the Great Limpopo and Kavango-Zambezi Transfrontier Conservation Areas. (ed[^]. Mammal Research Institute, Pretoria.
- Foggin, C. (1981) *Some disease problem associated with wildlife utilisation in Zimbabwe. The Zimbabwe Science News*, **15**, 187-190.
- Foggin, C. (2010) Zimbabwe's livestock disease control policy in relation to fencing. *A review of the environmental, social and economic impacts of game an veterinary fencing in Africa with particular reference to the Great Limpopo and Kavango-Zambezi Transfrontier Conservation Areas* (ed[^] K. Ferguson & J. Hanks), pp. 75-82. Mammal Research Institute, Pretoria.
- Fritz, H. (1995) Etude des systèmes mixtes d'herbivores sauvages et domestiques en savane africaine : structure des peuplements et partage de la ressource. 1, Université Paris 6.
- Gallagher, J., Macadam, I., Sayer, J. & Van Lavieren, L. (1972) *Pulmonary tuberculosis in free-living lechwe antelope in Zambia. Tropical Animal Health and Production*, **4**, 204-213.
- Gargominy, O., Bouchet, P., Pascal, M., Jaffré, T. & Tourneur, J. (1996) *Conséquences des introductions d'espèces animales et végétales sur la biodiversité en Nouvelle-Calédonie. Rev. Ecol. (Terre Vie)*, **51**, 375-402.
- Getz, W. M., Fortmann, L., Cumming, D., Du Toit, J., Hilty, J., Martin, R., Murphree, M., Owen-Smith, N., Starfield, A. M. & Westphal, M. I. (1999) *Sustaining natural and human capital: villagers and scientists. Science(Washington)*, **283**, 1855-1856.
- Giller, K. E., Baudron, F., Matema, S., Milgroom, J., Murungweni, C., Guerbois, C. & Twine, W. (2013) Population and livelihoods on the edge. *Transfrontier Conservation Areas: People Living on the Edge. London: Earthscan* (ed[^] Andersson Jens A, de Garine-Wichatitsky Michel, Dzingirai Vupenyu, Giller Ken E. & C. David). Earthscan, London.
- Godfroid, J. (2002) *Brucellosis in wildlife. OIE Revue Scientifique et Technique*, **21**, 277-290.
- Gonzalez, J. P., Pourrut, X. & Leroy, E. (2007) Ebolavirus and Other Filoviruses. *Wildlife and Emerging Zoonotic Diseases: The Biology, Circumstances and Consequences of Cross-Species Transmission* (ed[^] J. Childs, J. Mackenzie & J. Richt), pp. 363-387. Springer, Berlin & Heidelberg.
- Gordon, I. J. (2009).
- Gordon, I. J., Hester, A. J. & Festa-Bianchet, M. (2004) *The management of wild large herbivores to meet economic, conservation and environmental objectives. Journal of Applied Ecology*, **41**, 1021-1031.

- Gordon, I. J. & Illius, A. W. (1989) *Resource partitioning by the ungulates on the Isle of Rhum. Oecologia*, **79**, 383-389.
- Gordon, I. J. & Prins, H. H. (2008) *The ecology of browsing and grazing*. Springer.
- Grahn, R. & Leyland, T. (2005) Complementarity between Community-Based animal Health Delivery systems and Community-Based Wildlife Management? An analysis of experiences linking animal health to conflict management in pastoralist areas of the horn of Africa. *Conservation and development interventions at the wildlife/livestock interface: implications for wildlife, livestock and human health* (ed[^] S. A. Osofsky, S. Cleaveland, W. B. Karesh, M. D. Kock, P. J. Nyhus, L. Starr & A. Yang), pp. 133-139. IUCN, Gland, Switzerland.
- Grootenhuys, J. G. (1988) The role of wildlife in the epidemiology of cattle theileriosis. *Theileriosis in eastern, central and southern Africa* (ed[^] T. Dolan), pp. 129-136. ILRAD.
- Guerbois, C. (2012) Integrated and sustainable management of African wildlife through protected areas. Developing modelling tools for exploring scenarios and decision making. PhD, Museum National d'Histoire Naturelle.
- Hargreaves, S. K., Foggin, C. M., Anderson, E. C., Bastos, A. D. S., Thomson, G. R., Ferris, N. P. & Knowles, N. J. (2004) *An investigation into the source and spread of foot and mouth disease virus from a wildlife conservancy in Zimbabwe. Rev. sci. tech. Off. int. Epiz.*, 2004, **23** (3).
- Haydon, D. T., Cleaveland, S., Taylor, L. H. & Laurenson, M. K. (2002) *Identifying reservoirs of infection: a conceptual and practical challenge. Emerging Infectious Diseases*, **8**, 1468-1473.
- Haydon, D. T., Woolhouse, M. E. & Kitching, R. P. (1997) *An analysis of foot-and-mouth-disease epidemics in the UK. IMA Journal of Mathematics Applied in Medicine and Biology*, **14**, 1-9.
- Hlokwe, T., van Helden, P. & Michel, A. (2014, in press) *Evidence of increasing intra and inter-species transmission of Mycobacterium bovis in South Africa: Are we losing the battle? Preventive Veterinary Medicine*, <http://dx.doi.org/10.1016/j.prevetmed.2014.1003.1011>.
- Hlokwe, T. M., Jenkins, A. O., Streicher, E. M., Venter, E. H., Cooper, D., Godfroid, J. & Michel, A. L. (2011) *Molecular characterization of Mycobacterium bovis isolated from African buffaloes (Syncerus caffer) in Hluhluwe-iMfolozi Park in KwaZulu-Natal, South Africa. Onderstepoort J Vet Res*, **78**, 1-6.
- Homewood, K. M. & Rodgers, W. A. (1984) *Pastoralism and conservation. Human Ecology*, **12**, 431-441.
- Hoogstraal, H. (1956) *African Ixodoidea. I. Ticks of the Sudan*, U.S. Naval Medical Research Unit No. 3 edn., Cairo, Egypt.
- Hoogstraal, H. & Aeschlimann, A. (1982) *Tick-Host specificity. Bulletin de la Societe Entomologique Suisse*, **55**, 5-32.
- Hutcheon, D. (1880) *Tearing, consumption, tables mesenterica. Annual Report, Colonial Veterinary Surgeon, Cape of Good Hope.* (ed[^]).
- Infield, M. (2001) *Cultural values: a forgotten strategy for building community support for protected areas in Africa. Conservation Biology*, **15**, 800-802.
- Jaffré, T., Bouchet, P. & Veillon, J.-M. (1998) *Threatened plants of New Caledonia: Is the system of protected area adequate ? Biodiversity and Conservation*, **7**, 109-135.
- Jaffré, T., Morat, P. & Veillon, J. M. (1994) *La flore de Nouvelle-Calédonie: caractéristiques et composition floristique des principales formations végétales. Bois et Forêts des Tropiques*, **242**, 7-30.
- Jaffré, T., Morat, P., Veillon, J. M., Rigault, F. & Dagostini, G. (2001) *Composition et caractérisation de la flore indigène de Nouvelle-Calédonie. IRD, Nouméa*.
- Janes, C. R., Corbett, K. K., Jones, J. H. & Trostle, J. (2012) *Emerging infectious diseases: the role of social sciences. The Lancet*, **380**, 1884-1886.
- Jarman, P. J. (1972) *Seasonal distribution of the large mammals populations in the unflooded middle Zambezi valley. Journal of Applied Ecology*, **9**, 283-2299.
- Jewel, P. (1980) *Ecology and management of game animals and domestic livestock in African savannahs. Human ecology in savannah environments* (ed[^] D. Harris), pp. 353-382. Academic Press, London.
- Jones, K. E., Patel, N. G., Levy, M. A., Storeygard, A., Balk, D., Gittleman, J. L. & Daszak, P. (2008) *Global trends in emerging infectious diseases. Nature*, **451**, 990-993

- Jori, F., Mokospasteso, M., Etter, E., Munstermann, S., Newmann, S. & Michel, A. (2012) Assessment of the occurrence of Bovine tuberculosis at the wildlife/livestock interface in two protected areas of Northern Botswana. *International Wildlife TB Conference* (ed[^]. Skukuza, Kruger National Park).
- Jori, F., Vosloo, W., Du Plessis, B., Bengis, R. G., Brahmabhatt, D., Gummow, B. & Thomson, G. R. (2009) A qualitative risk assessment of factors contributing to foot and mouth disease cattle outbreaks along the western boundary of Kruger National Park. *Revue Scientifique et Technique, Office Internationale Epizooties* (ed[^], pp. In press.
- Keesing, F., Belden, L. K., Daszak, P., Dobson, A., Harvell, C. D., Holt, R. D., Hudson, P., Jolles, A., Jones, K. E., Mitchell, C. E., Myers, S. S., Bogich, T. & Ostfeld, R. S. (2010) *Impacts of biodiversity on the emergence and transmission of infectious diseases*. *Nature*, **468**, 647-652.
- Keesing, F., Holt, R. D. & Ostfeld, R. S. (2006) *Effects of species diversity on disease risk*. *Ecology Letters*, **9**, 485-498.
- Keet, D. F., Kriek, N. P., Huchzermeyer, H. & Bengis, R. G. (1994) *Advanced tuberculosis in an African buffalo (Syncerus caffer Sparrman)*. *J S Afr Vet Assoc*, **65**, 79-83.
- Keet, D. F., Kriek, N. P. J., Penrith, M. L., Raath, J. P., Michel, A. & Huchzermeyer, H. F. A. K. (1996) *Tuberculosis in buffaloes (Syncerus caffer) in the Krüger National Park: spread of the disease to other speices*. *Onderstepoort Journal of Veterinary Research*, **63**, 239-244.
- Kock, N., van Vliet, A., Charlton, K. & Jongejan, F. (1995) *Detection of Cowdria ruminantium in blood and bone marrow samples from clinically norma, free-ranging Zimbabwean wild ungulates*. *Journal of Clinical Microbiology*, **33**, 2501-2504.
- Kock, R., Kock, M., de Garine-Wichatitsky, M., Chardonnet, P. & Caron, A. (In press) *Livestock and buffalo interfaces in Africa: ecology of disease transmission and implications for conservation and development*. *Ecology, Evolution and Behaviour of Wild Cattle: Implications for Conservation* (ed[^] M. Melletti & J. Burton). Cambridge University Press, Cambridge.
- Kock, R. A. (2003) What is the Infamous 'wildlife/Disease interface?' A review of current knowledge for the African continent *South and east African experts panel on designing successful conservation and development interventions at the Wildlife/Livestock Interface: Implications for Wildlife, Livestock and Human Health AHEAD Forum*. *IUCN 5th World Parks Conference* (ed[^]. IUCN, Durban South Africa).
- Kock, R. A. (2005) What is the Infamous 'wildlife/disease interface' A review of current knowledge for the African continent *Conservation and development interventions at the wildlife/livestock interface: implications for wildlife, livestock and human health* (ed[^] S. A. Osofsky, S. Cleaveland, W. B. Karesh, M. D. Kock, P. J. Nyhus, L. Starr & A. Yang), pp. 1-13. IUCN Gland, Switzerland.
- L03.** de Garine, I. & de Garine-Wichatitsky, M. (2006) The Hunter's Status in Northern Cameroon and New Caledonia. *Hunting food, drinking wine* (ed[^] H. Prinz), pp. 235-250. Lit Verlag, Wien, Austria.
- L04.** Pascal, M., Barré, N., de Garine-Wichatitsky, M., Lorgelec, O., Frétey, T., Brescia, F. & Jourdan, H. (2006) Les peuplements néo-calédoniens de vertébrés: invasions, disparitions. *Les espèces envahissantes dans l'archipel néo-calédonien* (ed[^] M.-L. Beauvais, A. Coléno & H. Jourdan), pp. 111-162. IRD Editions, Paris.
- L05.** Dube, T., Murwira, A., Caron, A. & de Garine-Wichatitsky, M. (2010) preliminary results on the permeability of veterinary fences to buffalo (*Syncerus caffer*) an cattle in Gonarezhou National Park, Zimbabwe. *A review of the environmental, social and economic impacts of game and veterinary fencing in Africa with particular reference to the Great Limpopo and Kavango-Zambezi Transfrontier Conservation Areas* (ed[^] K. Ferguson & J. Hanks), pp. 228-231. Mammal Research Institute, Pretoria.
- L09.** Caron, A., de Garine-Wichatitsky, M. & Morand, S. (2012) Using the community of pathogens to infer inter-specific host epidemiological interactions at the wildlife/domestic interface. *New Frontiers in Molecular Epidemiology of Infectious Diseases* (ed[^] S. Morand, F. Beaudeau & J. Cabaret), pp. 311-332. Springer, Heidelberg.
- L10.** Murwira, A., De Garine-Wichatitsky, M., Zengeya, F., Poshiwa, X., Matema, S., Caron, A., Guerbois, C., Hellard, E. & Fritz, H. (2013) Resource gradients and movements across the edge of transfrontier parks. *Transfrontier conservation areas. People living on the edge* (ed[^] J.

- A. Andersson, M. De Garine-Wichatitsky, V. Dzingirai & G. K. E.), pp. 123-136. Earthscan, London.
- L11.** de Garine-Wichatitsky, M., Fritz, H., Chaminuka, P., Caron, A., Pfukenyi, D., Matema, C., Jori, F. & Murwira, A. (2013) Consequences of animals crossing the edges of Transfrontier Parks. *Transfrontier Conservation Areas: People Living on the Edge*. London: Earthscan (ed^ Andersson Jens A, de Garine-Wichatitsky Michel, Dzingirai Vupenyu, Giller Ken E. & C. David), pp. 137-162. Earthscan, London.
- L13.** Cumming, D., Dzingirai, V. & De Garine-Wichatitsky, M. (2013) Land-and natural resource-based livelihood opportunities in TFCAs. *Transfrontier conservation areas : People living on the edge* (ed^ J. A. Andersson, M. De Garine-Wichatitsky, V. Dzingirai & K. E. Giller), pp. 163-191. Earthscan, London.
- L15.** Kock, R., Kock, M., de Garine-Wichatitsky, M., Chardonnet, P. & Caron, A. (2014 in press) Livestock and buffalo interfaces in Africa: ecology of disease transmission and implications for conservation and development. *Ecology, Evolution and Behaviour of Wild Cattle: Implications for Conservation* (ed^ M. Melletti & J. Burton). Cambridge University Press, Cambridge.
- L16.** de Garine-Wichatitsky, M., Binot, A., Garine-Wichatitsky, E., Perroton, A. & Bastian, S. N. (2014 in press) Perceptions, savoirs et conflits autour de la santé de la Faune Sauvage. (ed^ S. Morand, F. Moutou, C. Richomme & M. Gauthier-Clerc). QUAE.
- L.** Andersson, J. A., De Garine-Wichatitsky, M., Cumming, D. H. M., Dzingirai, V. & Giller, K. E. (2013) *Transfrontier conservation areas : People living on the edge*. Earthscan Publications, Londres.
- Labruna, M., Naranjo, A., Thompson, C., Estrada-Pena, A., Gugliemone, A., Jongejan, F. & de la Fuente, J. (2009) *Allopatric speciation in ticks: genetic and reproductive divergence between geographic strains of Rhipicephalus (Boophilus) microplus*. *Bmc Evolutionary Biology*, **9**.
- Lamarque, F., Anderson, J., Fregusson, R., Lagrange, M., Osei-Owusu, Y. & Bakker, L. (2009) *Human-wildlife conflict. causes, consequences and management strategies*. FAO, Rome.
- Latif, A. A., Hove, T., Kanhal, G. K. & Masaka, S. (2002) *Buffalo-associated Theileria parva: the risk to cattle of buffalo traslocation into the Highveld of Zimbabwe*. *Annals of the New York Academy of Science*, **969**, 275-279.
- Laver, P. N. & Kelly, M. A. (2008) *A critical review of home range studies*. *Journal of Wildlife Management*, **72**, 290-298.
- Leroy, E. M., Kumulungui, B., Pourrut, X., Rouquet, P., Hassanin, A., Yaba, P., Delicat, A., Paweska, J. T., Gonzalez, J.-P. & Swanepoel, R. (2005) *Fruit bats as reservoirs of Ebola virus*. *Nature*, **438**, 575-576.
- Leuthold, W. (1978) *Ecological separation among browsing ungulates in Tsavo East National Park, Kenya*. *Oecologia*, **35**, 241-252.
- Lightfoot, C. J. & Norval, R. A. I. (1981) *Tick problems in wildlife in Zimbabwe. 1. The effects of tick parasitism on wild ungulates*. *South African Journal of Wildlife Research*, **11**, 41-45.
- Lloyd-Smith, J. O., George, D., Pepin, K. M., Pitzer, V. E., Pulliam, J. R., Dobson, A. P., Hudson, P. J. & Grenfell, B. T. (2009) *Epidemic dynamics at the human-animal interface*. *Science*, **326**, 1362-1367.
- Loreau, M., Naeem, S., Inchausti, P., Bengtsson, J., Grime, J., Hector, A., Hooper, D., Huston, M., Raffaelli, D. & Schmid, B. (2001) *Biodiversity and ecosystem functioning: current knowledge and future challenges*. *Science*, **294**, 804-808.
- Mack, R. (1970) *The great African cattle plague epidemic of the 1890's*. *Tropical Animal Health and Production*, **2**, 210-219.
- MacKee, H. S. (1994) *Catalogues des plantes introduites et cultivées en Nouvelle-Calédonie*, 2nd edn. Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris.
- Madsen, M. & Anderson, E. C. (1995) *Serologic survey of Zimbabwean wildlife for brucellosis*. *Journal of Zoo and Wildlife Medicine*, **26**, 240-245.
- Marks, S. A. (1976) *Large mammals and a brave people. Subsistence hunters in Zambia*. Universsity of Washington Press, Seattle.

- McCoy, K. D., Boulinier, T., Tirard, C. & Michalakis, Y. (2001) *Host specificity of a generalist parasite: genetic evidence of sympatric host races in the seabird tick Ixodes uriae*. *Journal of Evolutionary Biology*, **14**, 395-405.
- McCoy, K. D., Chapuis, E., Tirard, C., Boulinier, T., Michalakis, Y., Le Bohec, C., Le Maho, Y. & Gauthier-Clerc, M. (2005) *Recurrent evolution of host-specialized races in a globally distributed parasite*. *Proceedings Of The Royal Society B-Biological Sciences*, **272**, 2389-2395.
- McNaughton, S. J. & Georgiadis, N. J. (1986) *Ecology of African grazing and browsing mammals*. *Annual Review of Ecology and Systematics*, **17**, 39-65.
- Michel, A., Müller, B. & van Helden, P. (2009a) *Mycobacterium bovis at the animal-human interface: A problem, or not?* *Veterinary Microbiology*, **133**, 335-343
- Michel, A. L. & Bengis, R. G. (2012) *The African buffalo: A villain for inter-species spread of infectious diseases in southern Africa*. *Onderstepoort Journal of Veterinary Research*, **79**, 5.
- Michel, A. L., Bengis, R. G., Keet, D. F., Hofmeyr, M., de Klerk, L. M., Cross, P. C., Jolles, A. E., Cooper, D., Whyte, I. J., Buss, P. & Godfroid, J. (2006) *Wildlife tuberculosis in South African conservation areas: Implications and challenges*. *Veterinary Microbiology*, **112**, 91-100.
- Michel, A. L., Coetzee, M. L., Keet, D., Maré, L., Warren, R., Cooper, D., Bengis, R. G., Kremer, K. & van Helden, P. (2009b) *Molecular epidemiology of Mycobacterium bovis isolates from free-ranging wildlife in South African game reserves*. *Veterinary Microbiology*, **133**, 335-343.
- Michel, A. L., de Klerk, L. M., Gey van Pittius, N. C., Warren, R. M. & van Helden, P. D. (2007) *Bovine tuberculosis in African buffaloes: observations regarding Mycobacterium bovis shedding into water and exposure to environmental mycobacteria*. *BMC Vet Res*, **3**, 23.
- Michel, A. L., Hlokwé, T. M., Coetzee, M. L., Maré, L., Connaway, L., Rutten, V. P. M. G. & Kremer, K. (2008) *High Mycobacterium bovis genetic diversity in a low prevalence setting*. *Veterinary Microbiology*, **126**.
- Michel, A. L., Müller, B. & van Helden, P. (2010) *Mycobacterium bovis at the animal-human interface: A problem, or not?* *Veterinary Microbiology*, **133**, 335-343
- Mittermeier, R. A., Werner, T. B. & Lees, A. (1996) *New Caledonia - a conservation imperative for an ancient land*. *Oryx*, **30**, 104-112.
- Morel, P. C. (1969) Contribution à la connaissance de la distribution des tiques (Acariens, Ixodidae et Amblyommidae) en Afrique éthiopienne continentale. thèse pour le grade de Docteur es Sciences Naturelles, Université de Paris.
- Morel, P. C. (1981) Maladies à tiques du bétail en Afrique. *Précis de Parasitologie Vétérinaire Tropicale* (ed^ P. M. Troncy, J. Itard & P. C. Morel), pp. 473-717. Ministère de la Coopération et du Développement, I.E.M.V.T, Maisons-Alfort.
- Morris, D. W. (1999) *Has the ghost of competition passed?* *Evolutionary Ecology Research*, **1**, 3-20.
- Morse, S. S. (2012) *Public Health Surveillance and Infectious Disease Detection*. *Biosecurity and Bioterrorism: Biodefense Strategy, Practice, and Science*, **10**, 6-16.
- Mukamuri, B., Chirozva, C., Matema, C., Matema, S., Twine, W. & Nzuma, T. (2013) Ethnic heterogeneity and its implications for natural resources management on the Edge. *Transfrontier Conservation Areas. People Living on the Edge* (ed^ J. A. Andersson, M. de Garine-Wichatitsky, D. H. M. Cumming, V. Dzingirai & K. E. Giller), pp. 89-105. Earthscan, New York and London.
- Munyeme, M., Muma, J. B., Munan'andu, H., Kankya, C., Skjerve, E. & Tryland, M. (2010a) *Cattle owner's awareness of bovine tuberculosis in high and low prevalence settings of the livestock-wildlife interface areas in Zambia*. *BMC Vet Res*, **6**, doi:10.1186/1746-6148-1186-1121.
- Munyeme, M., Muma, J. B., Siamudaala, V. M., Skjerve, E., Munang'andu, H. M. & Tryland, M. (2010b) *Tuberculosis in Kafue lechwe antelopes (Kobus leche kafuensis) of the Kafue Basin in Zambia*. *Preventive Veterinary Medicine*, **95**, 305-308.
- Norval, R. A. I. (1983) *The ticks of Zimbabwe. VII. The genus Amblyomma*. *Zimbabwe Veterinary Journal*, **14**, p.3, 6-18.
- Norval, R. A. I. (1992) *Host susceptibility to infestation with Amblyomma hebraeum*. *Insect Science and its Application*, **13**, 498-494.

- Norval, R. A. I., Lawrence, J. A., Young, A. S., Perry, B. D., Dolan, T. T. & Scott, J. (1991) *Theileria parva: influence of vector, parasite and host relationships on the epidemiology of theileriosis in southern Africa. Parasitology*, **102**, 347-356.
- Norval, R. A. I., Perry, B. D. & Young, A. S. (1992) *The epidemiology of Theileriosis in Africa*. Academic Press Ltd, London.
- Nugent, G. (2011) *Maintenance, spillover and spillback transmission of bovine tuberculosis in multi-host wildlife complexes: A New Zealand case study. Veterinary Microbiology*, **151**, 34-42.
- Odadi, W. (2011) *Science*.
- OIE (2011) *Terrestrial Animal Health Code*, 20th edition edn., Paris, France.
- Oliver, J. H. (1989) *Biology and systematics of ticks (Acari: Ixodida). Annual Review of Ecology and Systematics*, **20**, 397-430.
- Olsen, B., Munster, V. J., Wallensten, A., Waldenstrom, J., Osterhaus, A. D. & Fouchier, R. A. (2006) *Global patterns of influenza a virus in wild birds. Science*, **312**, 384-388.
- Ostrom, E., Janssen, M. A. & Anderies, J. M. (2007) *Going beyond panaceas. Proceedings of the National Academy of Sciences*, **104**, 15176-15178.
- Owen-Smith, N. & Cooper, S. M. (1989) *Nutritional ecology of a browsing ruminant, the kudu (Tragelaphus strepsiceros), through the seasonal cycle. Journal of Zoology*, **219**, 29-43.
- Owen, I. L. (1977) *Rusa deer (Cervus timorensis) as a host for the cattle tick (Boophilus microplus) in Papua New Guinea. J Wildl Dis*, **13**, 208-217.
- Paton, D. J., Sumption, K. J. & Charleston, B. (2009) *Options for control of foot-and-mouth disease: knowledge, capability and policy. Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, **364**, 2657-2667.
- Paumgarten, F. (2006) *The role of non-timber forest products as safety-nets: A review of evidence with a focus on South Africa. GoeJournal*, **64**, 189-197.
- Peter, T., BurrIDGE, M. & Mahan, S. (2002) *Ehrlichia ruminantium infection (heartwater) in wild animals. Trends in parasitology*, **18**, 214-218.
- Peter, T. F., Anderson, E. C., BurrIDGE, M. J., Perry, B. D. & Mahan, S. M. (1999a) *Susceptibility and carrier status of impala, sable, and tsessebe for Cowdria ruminantium infection (Heartwater). Journal of Parasitology*, **85**, 468-472.
- Peter, T. F., Bryson, N. R., Perry, B. D., O'Callaghan, C. J., Medley, G. F., Smith, G. E., Mlambo, G., Horak, I. G., BurrIDGE, M. J. & Mahan, S. M. (1999b) *Cowdria ruminantium infection in ticks in the Kruger National Park. Vet Rec*, **145**, 304-307.
- Pfeiffer, D. U. (1994) *The Role of a Wildlife Reservoir in the Epidemiology of Bovine Tuberculosis*. Doctor of Philosophy, Massey University.
- Prins, H. H. T. (1992) *The pastoral road to extinction: competition between wildlife and traditional pastoralism in East Africa. Environmental Conservation*, **19**, 117-123.
- Prins, H. H. T. (2000) *Competition between wildlife and livestock in Africa. Wildlife conservation by sustainable use* (ed. H. H. T. Prins), pp. 51-80. Kluwer Academic Publishers, Boston.
- Rageau, J. & Vervent, G. (1959) *Les tiques (Acariens: Ixodoidea) des îles françaises du Pacifique. Bulletin de la Société de Pathologie Exotique*, **52**, 819-835.
- Read, A. J. & Clark, A. G. (2006) *The next 20 years of ecology and evolution. Trends in Ecology & Evolution*, **21**, 354-355.
- Renwick, A. R., White, P. C. & Bengis, R. G. (2007) *Bovine tuberculosis in southern African wildlife: a multi-species host-pathogen system. Epidemiology and Infection*, **135**, 529-540.
- Rwego, I. B., Gillespie, T. R., Isabirye-Basuta, G. & Goldberg, T. L. (2008) *High rates of Escherichia coli transmission between livestock and humans in rural Uganda. J Clin Microbiol*, **46**, 3187-3191.
- Sauter, G. (1981) *Atlas de la Nouvelle-Calédonie et dépendances*. Orstom, Paris.
- Schmitt, S. M., Fitzgerald, S. D., Cooley, T. M., Bruning-Fann, C. S., Sullivan, L., Berry, D., Carlson, T., Minnis, R. B., Payeur, J. B. & Sikarskie, J. (1997) *Bovine tuberculosis in free-ranging white-tailed deer from Michigan. Journal of Wildlife Diseases*, **33**, 749-758.
- Scoones, I. (1992a) *Coping with drought: responses of herders and livestock in contrasting savanna environments in southern Zimbabwe. Human Ecology*, **20**, 293-314.
- Scoones, I. (1992b) *Land degradation and livestock production in Zimbabwe's communal areas. Land Degradation & Development*, **3**, 99-113.

- Scoones, I. (1995) *Exploiting heterogeneity: habitat use by cattle in dryland Zimbabwe*. *Journal of Arid Environments*, **29**, 221-237.
- Siembieda, J. L., Kock, R. A., McCracken, T. A. & Newman, S. H. (2011) *The role of wildlife in transboundary animal diseases*. *Animal Health Research Reviews*, 1-17.
- Sinclair, A. R. E. (1977) *The African Buffalo*. The University of Chicago, Chicago, USA.
- Smieszek, T. (2009) *A mechanistic model of infection: why duration and intensity of contacts should be included in models of disease spread*. *Theoretical Biology and Medical Modelling*, **6**, doi:10.1186/1742-4682-1186-1125.
- Smith, K. F., Dobson, A. P., McKenzie, F. E., Real, L. A., Smith, D. L. & Wilson, M. L. (2005) *Ecological theory to enhance infectious disease control and public health policy*. *Frontiers in Ecology and the Environment*, **3**, 29-37.
- Sperling, L., Loevinsohn, M. E. & Ntabomvura, B. (1993) *Rethinking the farmer's role in plant breeding: Local bean experts and on-station selection in Rwanda*. *Experimental Agriculture*, **29**, 509-519.
- Stephens, D. W. & Krebs, J. R. (1986) *Foraging theory*. Princeton University Press, Princeton, New Jersey.
- Sutmoller, P., McVicar, J. & Cottral, G. (1968) *The epizootiological importance of foot-and-mouth disease carriers*. *Archiv für die gesamte Virusforschung*, **23**, 227-235.
- Tanner, M. (2012) *Mycobacterium bovis* in the Wildlife-Livestock-Human Interface of East and Southern Africa. *International Wildlife TB Conference* (ed[^]. Skukuza, Kruger National Park.
- Tanner, M. & Michel, A. L. (1999) *Investigation of the viability of M. bovis under different environmental conditions in the Kruger National Park*. *Onderstepoort Journal of Veterinary Research*, **66**, 185-190.
- Taylor, R. D. & Martin, R. B. (1987) *Effects of veterinary fences on wildlife conservation in Zimbabwe*. *Environmental Management*, **11**, 327-334.
- Thomson, G. R. (1995) **Overview of foot and mouth disease in southern Africa**. *OIE Revue Scientifique et Technique*, **503-520.**, 503-520.
- Thomson, G. R., Tambi, E. N., Hargreaves, S. K., Leyland, T. J., Catley, A. P., van Klooster, G. G. M. & Penrith, M. L. (2004) *International trade in livestock and livestock products: the need for a commodity-based approach*. *Veterinary Record*, **155**, 429-433.
- Thomson, G. R., Vosloo, W. & Bastos, A. D. R. (2003) *Foot-and-mouth disease in wildlife*. *Virus Research*, **91**, 145-161.
- Traill, L. W. (2004) *Seasonal utilization of habitat by large grazing herbivores in semi-arid Zimbabwe*. *South African Journal of Wildlife Research*, **34**, p. 13-24.
- Tschopp, R., Berg, S., Argaw, K., Gadissa, E., Habtamu, M., Schelling, E., Young, D., Aseffa, A. & Zinsstag, J. (2010) *Bovine tuberculosis in Ethiopian wildlife*. *Journal of Wildlife Disease*, **46**, 753-762.
- IUCN (2013) *The IUCN Red List of Threatened Species*. Version 2013.2. (ed[^]).
- Van Soest, P. J. (1994) *Nutritional ecology of the ruminants*, 2nd Edition edn. Cornell University Press.
- Viana, M., Mancy, R., Biek, R., Cleaveland, S., Cross, P. C., Lloyd-Smith, J. O. & Haydon, D. T. (2014) *Assembling evidence for identifying reservoirs of infection*. *Trends in Ecology & Evolution*.
- Vosloo, W., Bastos, A., Sangare, O., Hargreaves, S. & Thomson, G. (2002a) *Review of the status and control of foot and mouth disease in sub-Saharan Africa*. *Revue Scientifique Et Technique-Office International Des Epizooties*, **21**, 437-445.
- Vosloo, W., Bastos, A. D. R., Sahle, M., Sangare, O. & Dwarka, R. M. (2005) *Virus topotypes and the role of wildlife in foot and mouth disease in Africa*. *Conservation and development interventions at the wildlife/livestock interface: implications for wildlife, livestock and human health* (ed[^] S. A. Osofsky, S. Cleaveland, W. B. Karesh, M. D. Kock, P. J. Nyhus, L. Starr & A. Yang), pp. 67-73. IUCN, Gland, Switzerland.
- Vosloo, W., Boshoff, K., Dwarka, R. & Bastos, A. (2002b) *The possible role that buffalo played in the recent outbreaks of foot-and-mouth disease in South Africa*. *Ann N Y Acad Sci*, **969**, 187-190.

- Vosloo, W., Thompson, P. N., Botha, B., Bengis, R. G. & Thomson, G. R. (2009) *Longitudinal study to investigate the role of impala (Aepyceros melampus) in foot-and-mouth disease maintenance in the Kruger national park, South Africa. Transboundary and Emerging Diseases*, **56**, 18-30.
- Weber, T. P. & Stilianakis, N. I. (2007) *Ecologic Immunology of Avian Influenza (H5N1) in Migratory Birds. Emerging Infectious Diseases*, **13**, 1139-1143.
- Weiss, M. (2001) *Cultural epidemiology: an introduction and overview. Anthropology & Medicine*, **8**, 5-29.
- Wesonga, F. D., Orinda, G. O., Ngae, G. N. & Groontehuis, J. (2006) *Comparative tick counts on game, cattle and sheep on a working game ranch in Kenya. Trop Anim Health Prod*, **38**, 35-42.
- Wood, J. L., Leach, M., Waldman, L., MacGregor, H., Fooks, A. R., Jones, K. E., Restif, O., Dechmann, D., Hayman, D. T. & Baker, K. S. (2012) *A framework for the study of zoonotic disease emergence and its drivers: spillover of bat pathogens as a case study. Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, **367**, 2881-2892.
- Woodford, M. H. (1982) *Tuberculosis in wildlife in the Ruwenzori National Park, Uganda (Part I). Tropical Animal Health and Production*, **14**, 81-88.
- Woolhouse, M. E., Haydon, D. T. & Antia, R. (2005) *Emerging pathogens: the epidemiology and evolution of species jumps. Trends in Ecology & Evolution*, **20**, 238-244.
- Yang, D., Dai, X., Deng, Y., Lu, W. & Jiang, Z. (2007) *Changes in attitudes toward wildlife and wildlife meats in Human Province, central China, before and after the severe acute respiratory syndrome outbreak. Integrative Zoology*, **1**, 19-25.
- Young, T. P., Palmer, T. M. & Gadd, M. E. (2005) *Competition and compensation among cattle, zebras, and elephants in a semi-arid savanna in Laikipia, Kenya. Biological Conservation*, **122**, 351-359.
- Zengeya, F. M., Mutanga, O. & Murwira, A. (2013) *Linking remotely sensed forage quality estimates from WorldView-2 multispectral data with cattle distribution in a savanna landscape. International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, **21**, 513-524.
- Zhang, W., Ricketts, T. H., Kremen, C., Carney, K. & Swinton, S. M. (2007) *Ecosystem services and dis-services to agriculture. Ecological Economics*, **64**, 253-260.
- Zinsstag, J., Schelling, E., Roth, F., Bonfoh, B., de Savigny, D. & Tanner, M. (2007) *Human benefits of animal interventions for zoonosis control. Emerging Infectious Diseases*, **13**, 527-531.
- Zinsstag, J., Schelling, E., Wyss, K. & Mahamat, M. B. (2005) *Potential of cooperation between human and animal health to strengthen health systems. Lancet*, **366**, 2142-2145.

VIII. CINQ PUBLICATIONS SIGNIFICATIVES

A33. Miguel, E., Grosbois, V., Caron, A., Cornélis, D., Boulinier, T., Fritz, H., Foggin, C., Makaya, P., Tshabalala, P. & de Garine-Wichatitsky, M. (2013) Contacts and foot and mouth disease transmission from wild to domestic bovines in Africa. *Ecosphere*, 4, 51.

A32. de Garine-Wichatitsky, M., Caron, A., Kock, R. A., Tschopp, R., Munyeme, M., Hofmeyr, M. & Michel, A. (2013) A review on bovine tuberculosis at the wildlife/livestock/human interface in sub-Saharan Africa. *Epidemiology and Infection*, 141, 1342–1356.

A31. de Garine-Wichatitsky, M., Miguel, E., Mukamuri, B., Garine-Wichatitsky, E., Wencelius, J., Pfukenyi, D. & Caron, A. (2013) Coexisting with wildlife in transfrontier conservation areas in Zimbabwe: Cattle owners' awareness of disease risks and perceptions of the role played by wildlife. *Comparative immunology, microbiology and infectious diseases*, 36, 321– 332.

A04. de Garine-Wichatitsky, M., De Meeus, T., Guegan, J. F. & Renaud, F. (1999) Spatial and temporal distributions of parasites: can wild and domestic ungulates avoid African tick larvae? *Parasitology*, 119 (Pt 5), 455-466.

A01. Fritz, H., de Garine-Wichatitsky, M. & Letessier, G. (1996) Habitat use by sympatric wild and domestic herbivores in an African savanna woodland: the influence of cattle spatial behaviour. *Journal of Applied Ecology*, 33, 589-598.